

ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO ENERGETICO DE VIVIENDA DE ACUERDO A LA REVISION DEL DOCUMENTO BASICO CTE-HE1 DE 2018. ANALISIS DE DIFERENTES MATERIALES DE CARPINTERIAS.

■ PROYECTO FINAL DE GRADO



GRADO EN ARQUITECTURA TECNICA

AUTOR: VICTOR TELLOLS MAGDALENA

TUTORA: MARIA JOSE RUA AGUILAR

CURSO 2018/2019

INDICE

- 1. Introducción**
- 2. Objetivo**
- 3. Fases del trabajo**
- 4. Metodología**
- 5. Primera fase: Marco normativo**
 - 5.1. Antecedentes: Principales cambios propuestos por el DBE-HE 2018**
 - 5.2. Nuevos requisitos: análisis de la norma DB CTE HE1 2018**
 - 5.3. Herramientas para certificar energéticamente**
- 6. Segunda fase: Análisis de la propuesta en carpinterías**
 - 6.1. Introducción**
 - 6.2. Información técnica de carpinterías**
 - 6.3. Importancia del vidrio**
 - 6.4. Comparativa de los materiales**
 - 6.5. Elección final de carpintería**
 - 6.6. Datos por defecto de las herramientas de simulación**
- 7. Tercera fase: Caso de estudio**
 - 7.1. Características generales y constructivas**
 - 7.2. Diagnóstico del comportamiento energético**
 - 7.3. Posibles mejoras a nivel de rehabilitación energética**
 - 7.4. Selección de mejoras más adecuadas**
 - 7.5. Diagnostico final del comportamiento energético**

Bibliografía

Anejos

1. INTRODUCCION

La eficiencia energética implica el uso eficiente de la energía. Ello supone establecer un buen uso de la energía que empleamos en nuestro día a día. Puede traducirse en una mayor optimización de la misma mediante la minimización de la pérdida de energía que se genera, como en la mejora de los propios procesos para generarla.

Entre los beneficios de la eficiencia energética están los económicos. En efecto, la eficiencia energética se traduce en ahorros en la factura por rentabilizar al máximo los recursos energéticos de los que disponemos. Por otro lado, también reporta beneficios para todo el planeta. Al tener que generar menos recursos energéticos procedentes de combustibles fósiles, como consecuencia de su mejor aprovechamiento, estamos de paso contribuyendo a reducir la explotación que sufre la naturaleza. De paso, contribuimos a incrementar el valor del espacio donde llevemos a cabo estas mejoras.

Por ello, en definitiva, podemos decir que la eficiencia energética es sinónimo de un uso responsable e inteligente de los recursos en función de las posibilidades que la tecnología nos brinda. De esas posibilidades son de las que te hablaremos seguidamente, aplicada al uso de los edificios.

Uno de los puntos más importantes que tienen que ver con la eficiencia energética en los edificios es la mejora de su envolvente, por medio del aislamiento térmico. Este contribuye a reducir las pérdidas potenciales de energía de la envolvente térmica. De entre estas pérdidas, cabe destacar las que se producen por los llamados puentes térmicos. Son zonas de la envolvente del edificio donde hay una variación de la uniformidad de la construcción que conllevan una minoración de la resistencia térmica respecto al resto del cerramiento por: un cambio del espesor del cerramiento o de los materiales empleados (fachada-carpintería, por ejemplo), por la penetración completa o parcial de elementos constructivos con diferente conductividad (voladizos de balcones en fachadas), o por la diferencia entre el área externa e interna del elemento, etc. Los puentes térmicos son los puntos por los que se produce una pérdida de energía normalmente en forma de calor, que se suma a la pérdida a través de los cerramientos.

La mejora de los elementos de la envolvente térmica de una vivienda son claves para minimizar la demanda energética y, consecuentemente, el consumo en el interior de la misma para lograr temperaturas de confort. Por ello, se deben estudiar todos los elementos de la envolvente como pueden ser muros, huecos, forjados, pilares y resaltar el papel importante que juegan los puentes térmicos que puedan producirse debido a la unión de estos elementos en la vivienda.

Entre estos puntos térmicos están las ventanas, los espacios cercanos a ellas o los resquicios por los que la energía en forma de calor puede escapar. La instalación de ventanas con capas aislantes, la mejora en espacios de nuestra vivienda como falsas repisas debajo de las mismas o las cajas de la persiana por donde se produce una gran pérdida de calor son puntos muy a tener en cuenta. Estos cambios pueden suponer un ahorro del 50% de energía.

Según datos de la UE, el 36% de los gases de efecto invernadero que se producen en la tierra, provienen de las edificaciones, mientras que el 32% corresponde al transporte y el 28% a la industria. Dos tercios de la energía consumida en los edificios se utilizan para calefacción y refrigeración. La UE tiene previsto reducir hasta en un 90% este consumo, y este objetivo se debe aplicar tanto a construcciones nuevas, como a rehabilitaciones. El aislamiento de los edificios es clave para cumplir con los requisitos mínimos de eficiencia energética.

En este contexto, las administraciones deben promover políticas y legislar para lograr el objetivo de mejora de la Eficiencia energética. En el marco de la Unión Europea, el artículo 9 de la Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo Europeo, de 19 de mayo de 2010, relativa a la eficiencia energética de los edificios (EPBD2010), exige la definición de los Edificios de consumo de energía casi nulo (nZEB). Esta definición del nZEB debe apoyarse en una metodología armonizada, desarrollada por el Comité Europeo de Normalización (CEN) e ISO en la norma ISO-52000-1, y otros documentos relacionados.

De acuerdo al Buildings Performance Institute Europe (BPIE), solamente un 3% del parque edificatorio europeo se puede considerar que obtendría etiqueta energética A. Sin embargo, la actualización de las Directivas Europeas está encaminada al aumento de los edificios de Consumo casi Nulo (Nearly Zero Emissions Buildings, NZEB). El artículo 2, apartado 2, de la EPBD2010, relativa a la eficiencia energética de los edificios, define edificio de consumo de energía casi nulo como: «edificio con un nivel de eficiencia energética muy alto, que se determinará de conformidad con el anexo I. La cantidad casi nula o muy baja de energía requerida debería estar cubierta, en muy amplia medida, por energía procedente de fuentes renovables, incluida energía procedente de fuentes renovables producida in situ o en el entorno». Esta definición no concreta las implicaciones reales que tiene el hecho de que un edificio sea NZEB. Los Estados Miembros, como suele ocurrir en estos casos, son los encargados de definir más concretamente el significado de NZEB. No todos los Países lo han hecho, y entre ellos, España, se encuentra todavía en fase de desarrollo de este concepto, tal y como se desprende del informe Progress of Member States towards NZEBs Synthesis Report on the National Plans for Nearly Zero Energy Buildings (NZEBs) (disponible en: [http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC97408/regno_jrc97408_online%20nzeb%20report\(1\).pdf](http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC97408/regno_jrc97408_online%20nzeb%20report(1).pdf)), revisado por última vez en agosto de 2019. En la mayoría de casos, los NZEB son aquellos que ostentan una etiqueta A o B, si bien España, aún lo ha definido.

Es por ello que, el 29 de junio de 2018 se presentó por parte del Ministerio de Fomento el Proyecto de Real Decreto que actualiza el Código Técnico de la Edificación (CTE), iniciando de esta manera el trámite de audiencia e información pública. Esta modificación se debe a la necesidad de actualizar los requisitos mínimos en vista del progreso técnico del sector y la evolución de la propia normativa europea, como es la necesidad de definir el concepto nZEB en España. En este Trabajo de Final de Grado (TFG), se aborda brevemente la actualización del DB HE, donde se revisan los requisitos mínimos de eficiencia energética del DB-HE 2013 (Documento Básico de Ahorro de energía), con el fin de disminuir el consumo de energía y aumentar el uso de energía procedente de fuentes renovables, para así reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y su directa influencia en las herramientas de certificación energética, profundizando especialmente el documento básico HE1.

2. OBJETIVO

El primer objetivo del presente trabajo es analizar la propuesta de actualización de 2018 del DB-CTE-HE1. En este TFG se analiza el Documento de bases para la actualización del Documento Básico DB-HE, con el fin de conocer las modificaciones que previsiblemente se incorporarán en la actualización de la norma.

En segundo lugar, se profundiza en la contribución de los huecos en el comportamiento energético, como parte de la envolvente térmica. Si bien, por un lado, el cambio de las carpinterías supone una de las medidas de rehabilitación energética que suele presentar menor costo-eficiencia, por otro lado, los huecos son puntos débiles que suponen altas pérdidas energéticas y donde usualmente aparecen puentes térmicos. Por este motivo, este TFG profundiza en el análisis de las pérdidas energéticas por los huecos de las fachadas, al disponer de extensa información sobre carpinterías de PVC. Se toman datos reales de carpinterías y se analizan de manera detallada la influencia de las mismas en el comportamiento energético pasivo del edificio.

Por último, en este trabajo se aplicará a un estudio de caso, donde se analizará el comportamiento energético de una vivienda en zona climática B3. Para ello, se utilizará la versión en pruebas de la herramienta unificada Líder-Calener (HULC), versión adaptada al nuevo CTE-HE de 2018, con el fin de proponer una rehabilitación energética que cumpla con los nuevos requerimientos de la normativa.

3. FASES DEL TRABAJO

El presente TFG se estructura en las tres fases de trabajo. A continuación se indica en qué consiste cada una de ellas:

1. Primera fase: Requisitos normativos

- a. Análisis de la reciente normativa en materia de limitación de la demanda energética, DB-CTE-HE1 de 2018.

En esta primera fase se trata de analizar los cambios y nuevos conceptos que se van a aplicar en la nueva normativa que se encuentra en proceso de aprobación del DB CTE HE 2018. Al tratarse de una actualización respecto a la versión anterior del año 2013, se hará referencia en todo momento a los aspectos que trataba la versión anterior, con el fin de observar las nuevas exigencias que deben existir, debido a que las revisiones en el apartado de “Ahorro Energético del CTE” tratan de reducir paulatinamente el consumo energético por vivienda, llegando a aproximarse al concepto de edificios de consumo casi nulo.

La modificación publicada en este momento de la revisión del DB HE de Ahorro de energía debe realizarse cada cinco años de acuerdo con la Directiva 2010/31/UE.

- b. Descripción de las herramientas para comprobación de la demanda energética,

surgidas como consecuencia de la entrada en vigor de esta nueva normativa.

Existen diferentes herramientas capaces de realizar certificaciones energéticas y comprobación de la demanda energética. Con el paso del tiempo y teniendo en cuenta que la primera versión de la norma data de 2006, se han ido quedando algunas herramientas obsoletas y otras han ido actualizando de acuerdo a las normas vigentes. En este apartado se realizará un reconocimiento de algunas herramientas, donde se analizará su ámbito de aplicación y si se consideran vigentes o no. Para ello utilizaremos toda la información disponible en sus páginas web y bibliografías. Se presentará la única herramienta de momento disponible, y en fase de pruebas, de acuerdo a la normativa del 2018.

2. Segunda fase: Análisis del uso de carpinterías de PVC

- a. Análisis en profundidad en el cambio de carpinterías. Se utiliza para ello, información disponible de carpinterías de PVC disponibles en el mercado, con el fin de conocer qué calidades mínimas se requerirían en la zona climática considerada.

Debido a que la exigencia de la transmitancia en huecos no se aproxima a los valores límites que se exigen para el resto de elementos de la envolvente térmica en la nueva normativa DB CTE HE 2018, se decide ampliar los conocimientos respecto a las múltiples soluciones de estos huecos y sus valores térmicos. Para ello se analizan 4 tipos de carpintería (madera, aluminio sin RPT, aluminio con RPT y PVC), donde se realizarán comparativas según las fichas técnicas de los mismos.

- b. Comprobación de las opciones por defecto en las herramientas de simulación, frente a valores conocidos de fabricante, con el fin de analizar las diferencias obtenidas en las demandas energéticas.

Se tratará de analizar las calidades actuales de los mercados de carpintería y vidrio, con los valores por defecto que se presentan en la herramienta HULC del año 2018. Con el fin de detallar la necesidad de mejorar los conceptos por defecto que se presentan en la nueva herramienta.

- c. Análisis otras ventajas asociadas a este tipo de carpinterías, como diseño, acústica, durabilidad, etc., frecuentemente no observadas en los análisis estrictamente económicos.

Se presentarán las múltiples opciones de apertura que existen en el mercado de la carpintería para los diferentes huecos que se presenten en una vivienda, detallando sus ventajas e inconvenientes. Además de realizar un análisis de otras ventajas que presentan las carpinterías de PVC, como la durabilidad, los acabados, el herraje, grosores de vidrio, cajones de persiana, aislamiento acústico etc.

3. Tercera Fase: Presentación del caso de estudio

- a. Presentación de las características generales y constructivas de la vivienda seleccionada como caso de estudio.

Se define una vivienda objeto de estudio, donde se describe su localización, entorno y características relevantes generales. Se realiza un análisis descriptivo y constructivo de la vivienda, donde se presentan también detalles constructivos de la misma, con el fin de definir su envolvente térmica.

- b. Diagnóstico del comportamiento energético de la vivienda objeto de estudio mediante herramienta de simulación.

Una vez detallado el objeto de estudio, se analiza energéticamente mediante una herramienta actualizada a la normativa del 2018, la herramienta HULC, actualmente en fase de pruebas. Se aportarán los resultados obtenidos de dicho estudio, analizando los datos obtenidos.

- c. Posibles mejoras a nivel de rehabilitación energética.

Según los resultados obtenidos, en el caso de ser positivos respecto a la normativa, no se aportarán mejoras. En el caso de que los resultados sean negativos, y no cumplan con la norma, se detallarán una serie de posibles mejoras constructivas de cada elemento de la envolvente térmica.

- d. Selección de las mejoras más adecuadas.

Respecto al listado de mejoras, realizado anteriormente, de cada elemento constructivo de la envolvente térmica, se aplicarán sobre la vivienda analizada, teniendo en cuenta las ventajas y desventajas de cada solución. Una vez aplicadas todas las mejoras consideradas, se volverá a estudiar el análisis energético, para verificar el cumplimiento de la norma.

- e. Análisis económico

Se realizará un presupuesto detallado de todas las partidas realizadas sobre la vivienda, con el fin de obtener un coste total. Teniendo en cuenta la mejora de la envolvente térmica, deberán aparecer unos ahorros de energía anuales que podremos traducir a beneficio económico. Se aplicará una relación entre los gastos y beneficios, teniendo en cuenta el tiempo. De esta forma podremos estimar el retorno de la inversión de la rehabilitación ejecutada sobre la vivienda objeto.

4. METODOLOGÍA

La Figura 1 muestra la metodología utilizada para llevar a cabo las diferentes fases del TFG:

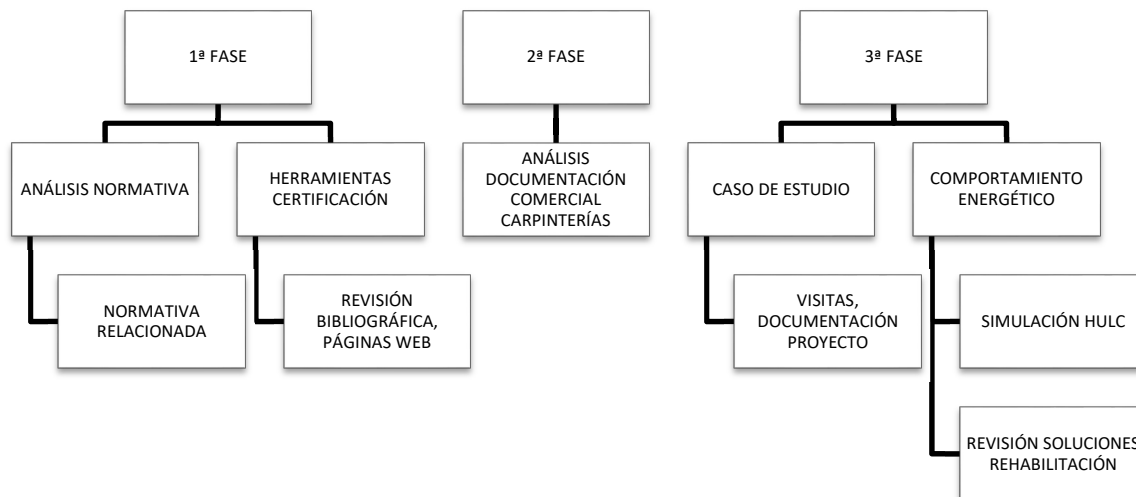


Figura 1. Metodología de trabajo

Primera fase: Para el estudio y análisis de la propuesta de actualización de la normativa referente a la limitación de la demanda energética DB CTE HE1 del año 2018, contenida en el Documento de bases para la actualización del Documento Básico DB-HE, se realiza una comparativa respecto a la versión del año 2013 con el fin de enumerar todos los aspectos que comparten y los cambios que se observan entre ambas versiones. Ambos documentos están disponibles en la página web del Código Técnico de la Edificación, disponible en el enlace <https://www.codigotecnico.org/index.php/menu-ahorro-energia.html> (última consulta septiembre 2019).

También se analizan las herramientas disponibles para certificación de la eficiencia energética y comprobación del HE (limitación de la demanda energética), realizando una comparativa entre distintas herramientas, analizando su vigencia y sus ámbitos de aplicación.

Estos datos los podemos obtener en la página web de cada una de las herramientas, donde aparece de forma detallada toda la información necesaria.

Segunda fase: Se detalla toda la información referente a las soluciones de los huecos, aportando información relevante de todos los tipos de apertura que existen en el mercado, análisis en profundidad de 2 tipos de apertura en 4 materiales diferentes y sus respectivos ensayos y fichas técnicas. También se aprovecha dicha información para realizar una comparativa y posterior corrección de los datos genéricos que trabaja la herramienta de simulación HULC 2018.

Para ello se dispone de información de los principales fabricantes de ventanas y vidrio, que facilitaran toda la documentación necesaria que se considere aportar.

Tercera fase: Se detalla de forma constructiva una vivienda objeto y se analiza para el cumplimiento de la normativa DB CTE HE 2018. En el caso de no superar dicho cumplimiento se enumeran posibles mejoras, para cada elemento constructivo de la envolvente, con el fin de escoger las opciones óptimas y volver a realizar la comprobación energética, esperando un resultado positivo.

Para el análisis energético de la vivienda se utiliza el simulador HULC (Herramienta Unificada Líder Calener), versión en pruebas adaptada a la nueva normativa 2018.

5. PRIMERA FASE: MARCO NORMATIVO

5.1 Antecedentes: Principales cambios propuestos por el DBE-HE 2018

El objetivo del Documento Básico del Código Técnico de la Edificación en Ahorro de Energía (DB CTE-HE), consiste en conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, tratando de reducir los límites de consumo y conseguir que una gran parte de la energía proceda de fuentes de energía renovables. Se especifican parámetros y procedimientos a tener en cuenta para asegurar la satisfacción de las exigencias básicas y superación de niveles mínimos de calidad frente al ahorro de energía en el edificio.

El objetivo principal del estudio trata de analizar los puntos más significativos de cambio en la normativa del DB CTE-HE1, realizando un análisis de la versión propuesta en 2018. La directiva de eficiencia energética de la Unión Europea exige la actualización de los requisitos mínimos de eficiencia energética con una periodicidad de al menos 5 años, pero, además, esta actualización es necesaria por la constante evolución de las tecnologías y las demandas de la sociedad. Los objetivos planteados de ahorro energético a nivel nacional, requieren una revisión de la norma.

Paralelamente a las actualizaciones de la norma CTE-HE, las herramientas de certificación energética deben también ser renovadas para su adaptación. Mediante simulación, con una herramienta específica de certificación energética adaptada a la nueva normativa CTE-HE 2018, se realizará un análisis energético de una vivienda y se estudiará una propuesta de rehabilitación energética que se adapte a los nuevos requerimientos de la normativa. Dicha propuesta de mejora profundizará en el análisis exhaustivo de los huecos de la vivienda, ya que se consideran claves a la hora de mejorar el conjunto de la envolvente térmica. Realizando también una comparativa técnica y económica de las diferentes opciones que existen en el mercado.

Mediante un software específico para analizar dicho estudio energético también se realizará una comprobación de los datos generales aportados por el simulador en las soluciones para los huecos de fachada, respecto a valores aportados por el fabricante de dicho producto, con el fin de ajustar los datos a los resultados que se pueden obtener en la actualidad, debido a que las mejoras tecnológicas en el sector de la construcción van mejorando y es necesario realizar comprobaciones y actualizaciones de dichos datos energéticos.

La figura 2 presenta resumidamente las principales modificaciones propuestas en la norma de 2018, respecto a la de 2013.

DB-HE 2013	DB-HE 2018
HE0 Limitación del consumo energético Consumo de energía primaria no renovable – Edificios nuevos, Vivienda – Edificios nuevos, Terciario – Edificios existentes – Espacios abiertos permanentemente Consumo de energía primaria no renovable (EP_{nren}) Calificación en consumo de energía primaria no renovable	Uso de energía (1/2) – Consumo de energía primaria no renovable ($C_{ep, nren}$) – Consumo total de energía primaria ($C_{ep, tot}$)
HE1 Limitación de la demanda energética Demanda energética – Edificios nuevos, Vivienda – Edificios nuevos, Terciario – Edificios existentes Calidad de la envolvente térmica • Calidad térmica mínima • Limitación de descompensaciones Limitación de la merma de prestaciones de la envolvente térmica Riesgo de condensaciones	Características de la envolvente térmica Transmitancia térmica global (K) Control solar (Q_{solar}/I_{solar}) Limitación de descompensaciones en edificios de uso residencial privado (U) Limitación de condensaciones en la envolvente térmica Limitación de la merma de prestaciones de la envolvente térmica
HE2 Rendimiento de las instalaciones térmicas HE3 Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación	Características de las instalaciones Instalaciones térmicas Instalaciones de iluminación
HE4 Contribución solar mínima de ACS HE5 Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica	Uso de energía (2/2) Uso de energía procedente de fuentes renovables – Aportación mínima de energía procedente de fuentes renovables – Calentamiento de agua de piscinas cubiertas – Acondicionamiento de espacios abiertos de forma permanente

Figura 2. Comparativa entre CTE-HE 2013 y 2018. Fuente: Documento de bases para la actualización del Documento Básico DB-HE. Ministerio de Fomento, diciembre 2016.

Como se desprende de la figura, se puede concluir brevemente:

- **Documento HE0:** El consumo de energía primaria sigue siendo un indicador clave, si bien no permite diferenciar entre edificios muy consumidores de energía pero que cubren sus necesidades con energía renovables, de otros con unas necesidades totales de energía más reducidas. Aunque ambos resultaran igual de eficientes en el uso de recursos no renovables, los últimos son más eficientes en el uso de la energía y resultan menos dependientes de las condiciones de funcionamiento (por ejemplo, funcionamiento de sistemas de apoyo en caso de ausencia de sol). Por eso, se añade el indicador consumo de energía primaria total. Este documento no se analiza detalladamente en este TFG.
- **Documento HE1:** Es donde se observan cambios más significativos. Se trata de que los nuevos indicadores tengan más en cuenta el diseño pasivo del edificio. La limitación de la demanda energética deja de ser un indicador como tal, si bien esto, no significa que los edificios puedan tener cualquier demanda y es necesario mantener una demanda baja para cumplir los requisitos de consumo. Además, la exigencia en el cumplimiento del resto de indicadores es más exigente que la actual. Se mantienen límites a la eficiencia de la envolvente térmica en términos de transmitancia térmica global y de control solar. Los cambios en este documento se verán detalladamente en el siguiente apartado.
- **Documento HE2 y HE3:** Se habla en general de las instalaciones, haciendo referencia a normas específicas como el RITE. Estos documentos no se analizan detalladamente en este TFG.
- **Documento HE4 y HE5:** La sección HE4 refiere a la producción de energía solar térmica y la HE5 a la de fotovoltaica, de modo que mezclan el objetivo (producción renovable de un servicio), con el modo de obtenerlo. Se sugiere un enfoque más global. Estos documentos no se analizan detalladamente en este TFG.

5.2. Nuevos requisitos: análisis de la norma DB CTE HE1 2018

A continuación se irá haciendo un estudio comparativo respecto a la norma de 2013, apareciendo la misma estructura de la norma. Al final se presenta una tabla resumen destacando los aspectos que se modifican en la nueva norma.

Título del documento:

Cambio del Título. El título “Limitación de la Demanda Energética” de la versión 2013 cambia a “Condiciones para el control de la Demanda Energética” en la versión 2018. Donde ya se aprecia el significativo cambio que pretenden aplicar en esta nueva versión, donde ya no se habla de limitar el consumo, sino de establecer una serie de condiciones en las características de la envolvente térmica, con el fin de controlar la demanda necesaria de la vivienda.

Ámbito de aplicación:

Dicha norma es de aplicación a:

- 1) Edificios de nueva construcción
- 2) Intervenciones en edificios existentes
 - a. Ampliaciones en las que se incremente la superficie o volumen
 - b. Todo tipo de reformas distintas a las exclusivas por mantenimiento
 - c. Cualquier cambio de uso

Se mantienen las mismas condiciones de aplicación que en la versión aprobada en 2013.

Respecto a los casos excluyentes de aplicación:

- 1) Edificios históricos protegidos oficialmente, en la medida en que el cumplimiento de determinadas exigencias básicas de eficiencia energética pudiese alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto, siendo la autoridad que dicta su protección oficial quien determine los elementos inalterables.
- 2) Construcciones provisionales con plazo previsto igual o inferior a 2 años
- 3) Edificios industriales, de la defensa y agrícolas no residenciales, o partes de los mismos, de baja demanda energética que no requieran garantizar unas condiciones térmicas de confort. Como pueden ser talleres o zonas industriales
- 4) Edificios aislados de superficie útil inferior a 50m²
- 5) Edificaciones o parte de las mismas, que queden abiertas de forma permanente
- 6) Cambios de uso del edificio, cuando este no suponga una modificación de su perfil de uso

En este aspecto de los casos que se excluyen del ámbito de aplicación, sí que hay algunos cambios respecto a la versión del año 2013. Se puede observar cómo existe una variación en los puntos 1) y 3).

En el punto 1) se determinan las exigencias básicas de eficiencia energética que pudieran alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto, que respecto a la versión del año 2013 no contempla dicho aspecto.

Y en el punto 3) se mantienen igual todo el tipo de edificios excluidos y se añaden los casos en los que no se requieran unas condiciones térmicas de confort.

Caracterización de la exigencia:

La clave para el control de la demanda energética es un adecuado diseño de la envolvente térmica del edificio. De forma que se trata de limitar la necesidad de consumo de energía primaria garantizando a la vez el confort térmico de los usuarios del edificio. Las características de la envolvente térmica se determinan por la zona climática en época de invierno. Y también se limita la transferencia de calor a través de todo tipo de particiones interiores, ya sea entre viviendas del mismo tipo de uso, entre vivienda y zonas comunes e incluso medianeras entre edificios distintos. El riesgo de condensaciones se limitará con el fin de no mermar las prestaciones térmicas o la vida útil de la envolvente térmica, siendo estas condensaciones intersticiales o superficiales.

La exigencia para edificios ya existentes, tratará de no empeorar el ahorro de energía ya existente y tratará de, no reducir las condiciones preexistentes de ahorro de energía que sean

menos exigentes que las establecidas en el Documento Básico, mientras que las que sean más exigentes solo se podrán reducir hasta el nivel establecido en el Documento Básico. En el caso de que no sea posible alcanzar el nivel mínimo de prestación establecido por el Documento Básico, se adoptarán soluciones que permitan un mayor grado de adecuación posible, en los siguientes casos: edificios con valor histórico o arquitectónico, aplicaciones de otras soluciones que no supongan una mejora efectiva relacionadas con el ahorro de energía, en otras soluciones que no sean viables por su aspecto técnico o económico y en los casos que la intervención implique cambios en la envolvente sobre la que no se fuera a actuar inicialmente. Respecto a los elementos existentes que presenten daños relacionados con el requisito básico de ahorro de energía, se deberá intervenir en la reparación de dichos daños.

Cuantificación de la exigencia:

El primer aspecto que se observa en la propuesta de la norma 2018 son los parámetros con los que se va a controlar las condiciones de la envolvente térmica, siendo este uno de los cambios más significativos de la actualización de la norma, en comparación a la del 2013. Transmitancia de la envolvente térmica

1. Limitaciones del coeficiente global de transmisión de calor de la envolvente térmica del edificio (valor K)
2. Control solar de la envolvente térmica
3. Limitación de descompensaciones
4. Permeabilidad al aire de la envolvente térmica
5. Límite de condensaciones de la envolvente térmica

De los parámetros que ya contenía la norma 2013, hay algunos aspectos a modificar:

a. Transmitancia de la envolvente térmica

Limitación de la transmitancia a de la envolvente térmica de los diferentes elementos que la componen (valor U): Muros, suelos en contacto con el exterior, suelos y cubiertas con espacios no habitables, medianeras, cubiertas en contacto con el exterior y huecos. La Figura 3, imagen tomadas del CTE, ilustra las transmitancias de elementos de la envolvente térmica, diferenciando entre muros, suelos y cubiertas, en función de la zona climática considerada:

La tabla a-Anejo E aporta valores orientativos de los parámetros característicos de la *envolvente térmica* que pueden resultar útiles para el predimensionado de soluciones constructivas de edificios de uso residencial privado, para el cumplimiento de las condiciones establecidas para el coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente (apartado 3.1.1 – HE1):

Tabla a-Anejo E. Transmitancia térmica del elemento, U [$W/m^2 K$]

		Zona Climática de invierno					
		α	A	B	C	D	E
Edificios nuevos y ampliaciones de edificios existentes	Muros y suelos en contacto con el aire exterior, U_M, U_S	0.56	0.50	0.38	0.29	0.27	0.23
	Cubiertas en contacto con el aire exterior, U_C	0.44	0.44	0.33	0.23	0.22	0.19
	Elementos en contacto con espacios no habitables o con el terreno (U_T)	1.20	1.20	0.69	0.48	0.48	0.48
	Huecos (conjunto de marco y vidrio), U_H	3.20	3.20	2.70	2.30	1.80	1.80
Cambios de uso y reformas	Muros y suelos en contacto con el aire exterior (U_S, U_M)	1,35	1,25	0,56	0,49	0,41	0,37
	Cubiertas en contacto con el aire exterior (U_C)	0,62	0,55	0,44	0,40	0,35	0,33
	Muros, suelos y cubiertas en contacto con espacios no habitables o con el terreno (U_T)	1,35	1,25	1,00	0,85	0,70	0,59
	Huecos (conjunto de marco y vidrio) (U_H)	4,00	4,00	3,20	2,70	2,30	1,80

Figura 3. Tabla de valores recomendados de transmitancia térmica de elementos. Fuente: www.certificadosenergeticos.com

Existe, asimismo, un valor límite por elemento a no sobrepasar, dependiendo de la zona climática, tal y como muestra la Figura 4:

Tabla 3.1.1.a - HE1 Valores límite de transmitancia térmica, U_{lim} [$W/m^2 K$]

Elemento	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Muros y suelos en contacto con el aire exterior (U_S, U_M) Muros, suelos y cubiertas en contacto con espacios no habitables (U_{NH}) o con el terreno (U_T) Medianerías (U_{MD})	1,35	1,25	1,00	0,75	0,60	0,55
Cubiertas en contacto con el aire exterior (U_C)	1,20	0,80	0,65	0,50	0,40	0,35
Huecos (conjunto de marco y vidrio) (U_H)	4,00	4,00	3,20	2,70	2,30	1,80

Figura 4. Tabla de valores límite de transmitancia térmica de elementos CTE HE1 2018. Fuente: www.certificadosenergeticos.com

En la Tabla 1 se muestra los valores límites establecidos en la versión anterior CTE HE1 2013:

PARAMETRO ($W/m^2 K$)	ZONA CLIMATICA INVIERNO					
	α	A	B	C	D	E
Muros y elementos en contacto con el terreno	1.35	1.25	1.00	0.75	0.60	0.55
Cubiertas y suelos en contacto con el aire	1.20	0.80	0.65	0.50	0.40	0.35
Huecos	5.70	5.70	4.20	3.10	2.70	2.50

Tabla 1. Valores límite de transmitancia térmica de elementos CTE HE1 2013. Fuente: elaboración propia a partir del CTE

Se observa una mayor exigencia en la transmitancia de los elementos, en concreto de los huecos (como se señala en las celdas oscuras de la Tabla 1), manteniéndose los valores para muros, elementos en contacto con el terreno y para cubiertas.

b. Limitaciones del coeficiente global de transmisión de calor de la envolvente térmica del edificio (valor K):

Este parámetro no aparece en la versión 2013. Se trata de la relación entre volumen y superficie de la envolvente, es decir, la compacidad (volumen/área). La Figura 5 muestra la tabla de valores límite K. Se distinguen los casos de nueva edificación o ampliación de existentes y cambios de uso o reformas que supongan la renovación de más del 25% de la envolvente térmica, también desglosado según la zona climática.

Tabla 3.1.1.b - HE1 Valor límite K_{lim} [W/m²K] para uso residencial privado

	Compacidad V/A [m³/m²]	Zona climática de invierno					
		α	A	B	C	D	E
Edificios nuevos y ampliaciones	$V/A \leq 1$	0,67	0,60	0,58	0,53	0,48	0,43
	$V/A \geq 4$	0,86	0,80	0,77	0,72	0,67	0,62
Cambios de uso. Reformas en las que se renueve más del 25% de la superficie total de la envolvente térmica final del edificio	$V/A \leq 1$	1,00	0,87	0,83	0,73	0,63	0,54
	$V/A \geq 4$	1,07	0,94	0,90	0,81	0,70	0,62
Los valores límite de las compacidades intermedias ($1 < V/A < 4$) se obtienen por interpolación. En el caso de ampliaciones los valores límite se aplicarán sólo en caso de que la superficie o el volumen construido se incrementen más del 10%.							

Figura 5. Tabla de valores límite K para uso residencial privado. Fuente: www.certificadosenergeticos.com

Las soluciones térmicas alternativas, como muros *Trombe*, invernaderos adosados etc., no se consideran en las comprobaciones relativas a transmitancias térmicas y coeficiente global de transmisión de calor.

c. Control solar en la envolvente térmica (valor Q_{sol} ; $j_{ul,lim}$):

Hay una gran exigencia en cuanto al mínimo control solar que deben tener los elementos de la envolvente. Se obliga prácticamente a la colocación de persianas o toldos para cumplir con el parámetro. Este apartado es nuevo, no existe en 2013. Es un factor que consiste en la relación entre las ganancias solares en el mes de julio y la superficie útil. Teniendo en cuenta que las protecciones solares móviles estén activas. Los valores dependen del uso del edificio y se presentan en la Figura 6.

Tabla 3.1.2-HE1 Valor límite del parámetro de control solar, $q_{sol;jul,lim}$ [kWh/m²·mes]

Uso	$q_{sol;jul}$
Residencial privado	2,00
Otros usos	4,00

Figura 6. Tabla de valores límite control solar Fuente: www.certificadosenergeticos.com

d. Valor de la permeabilidad al aire de la envolvente (valor $Q_{100,lim}$):

Este parámetro afecta a la permeabilidad de los huecos integrados en la envolvente térmica del edificio, y no deberá superar los siguientes valores, de acuerdo a la Figura 7, tomada del CTE. Respecto a la versión del 2013, valores presentados en la Tabla 2, en este aspecto se exige un poco más debido a que los valores límite disminuyen.

Tabla 3.1.3-HE1 Valor límite de permeabilidad al aire de huecos de la envolvente térmica, $Q_{100,lim}$ [m³/h·m²]

	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Permeabilidad al aire de huecos ($Q_{100,lim}$) [*]	≤ 27	≤ 27	≤ 27	≤ 9	≤ 9	≤ 9

^{*} La permeabilidad indicada es la medida con una sobrepresión de 100Pa, Q_{100} .
Los valores de permeabilidad establecidos se corresponden con los que definen la clase 2 (≤ 27 m³/h·m²) y clase 3 (≤ 9 m³/h·m²) de la UNE-EN 12207:2017.

Figura 7. Valores límite de permeabilidad al aire de huecos CTE HE1 2018 Fuente: www.certificadosenergeticos.com

PARAMETRO (W/m ² k)	ZONA CLIMATICA INVIERNO					
	α	A	B	C	D	E
Permeabilidad de huecos	<50	<50	<50	<27	<27	<27

Tabla 2. Valores límite de permeabilidad al aire de huecos CTE HE1 2013. Fuente: elaboración propia a partir del CTE

e. Limitación de descompensaciones

Las particiones interiores también se verán afectadas por una transmitancia límite, que aparece en la siguiente Figura 8, según el tipo de elemento y sus conexiones de usos. Respecto a la versión del 2013, se mantienen los valores.

Tabla 3.2 - HE1 Transmisión térmica límite de particiones interiores, U_{lim} [W/m²K]

	Tipo de elemento	Zona climática de invierno					
		α	A	B	C	D	E
Entre unidades del mismo uso	Particiones horizontales	1,90	1,80	1,55	1,35	1,20	1,00
	Particiones verticales	1,40	1,40	1,20	1,20	1,20	1,00
Entre unidades de distinto uso Entre unidades de uso y zonas comunes	Particiones horizontales y verticales	1,35	1,25	1,10	0,95	0,85	0,70

Figura 8. Tabla de limitaciones de transmitancias en particiones interiores CTE HE1 2018 Fuente: www.certificadosenergeticos.com

f. Limitación de condensaciones en la envolvente térmica

Este aspecto se comparte de forma idéntica que la versión anterior del 2013, en la que se indica que las condensaciones que se puedan producir no deberán mermar las prestaciones térmicas o poner en riesgo la integridad del elemento afectado. Además, la máxima condensación acumulada en cada periodo anual no será superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo. El Documento de Apoyo al CTE, DA-DB HE/2, Comprobación de limitación de condensaciones superficiales e intersticiales en los cerramientos, es el documento de referencia para hacer las correspondientes comprobaciones.

La Tabla 3, resume las diferencias observadas más significativas entre la versión de la norma 2013 y la actualización de 2018:

Norma 2013 vs Norma 2018	
Título	<i>Limitación de la Demanda Energética cambia a Condiciones para el Control de la Demanda Energética</i>
Ámbito aplicación	Se mantienen los edificios a los que aplica. Se añaden 2 puntos a los casos a excluir: <ol style="list-style-type: none"> 1) Exigencias básicas de eficiencia energética que puedan alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto. 2) Casos en los que no se requieren condiciones térmicas de confort.
Caracterización exigencia	<ul style="list-style-type: none"> - Nuevo: Limitaciones del coeficiente global de transmisión de calor de la envolvente térmica del edificio (valor K) - Nuevo: Control solar de la envolvente térmica - Limitación de descompensaciones - Permeabilidad al aire de la envolvente térmica - Límite de condensaciones de la envolvente térmica

Cuantificación exigencia	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor transmitancia límite en huecos, manteniéndose los valores para muros, elementos en contacto con el terreno y para cubiertas. - El parámetro Limitaciones del coeficiente global de transmisión de calor de la envolvente térmica del edificio (valor K) no aparece en la versión 2013. Se trata de la relación entre volumen y superficie de la envolvente, es decir, la compactidad (volumen/área). - Control solar de la envolvente térmica: mínimo control solar que deben tener los elementos de la envolvente, que obliga prácticamente a la colocación de persianas o toldos para cumplir con el parámetro. Es un factor que consiste en la relación entre las ganancias solares en el mes de julio y la superficie útil. Teniendo en cuenta que las protecciones solares móviles estén activas. - Limitación de descompensaciones: mantiene los valores de la norma anterior. - Permeabilidad al aire de la envolvente térmica: más estricta que en la norma anterior. - Límite de condensaciones de la envolvente térmica: mantiene los valores de la norma anterior.
---------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 3- Diferencias más significativas entre los documentos HE1 2013 y 2018

5.3. Herramientas para certificar energéticamente

Desde el año 2006 que se publicó el CTE y aparecido el Real Decreto 47/2007 que obligó a las primeras certificaciones de edificios en España ha habido diversidad de herramientas con sus constantes actualizaciones. Para que un programa de certificación pueda reconocerse como tal tiene que estar aprobado por el Ministerio de Fomento y de Industria.

A continuación, en la Tabla 4, se detallan los procedimientos que siguen vigentes y los que no, para realizar la certificación energética:

PROCEDIMIENTOS SIMPLIFICADOS	CE2 (viviendas)	No vigente
	1 asignación D o E (viviendas)	No vigente
	CES (viviendas)	No vigente
	CERMA (viviendas)	Vigente
	CE3 (viviendas existentes)	Vigente
	CE3X (viviendas existentes)	Vigente
PROCEDIMIENTOS GENERAL	CALENER (VYP y GT)	No vigente
	HULC LIDER CALENER	Vigente
PROXIMAMENTE	CYPETHERM HE Plus	Próximamente
	EfinovaticHE con EnergyPlus	Próximamente
	CE3X (nueva construcción)	Próximamente

Tabla 4. Herramientas para certificaciones energéticas. Fuente: Foros Habitat Saint-Gobain

En cuanto a las herramientas que verifican HE-0 y HE-1. Cuando se creó en 2006 en CTE la normativa de ahorro de energía se puso a disposición de los técnicos una opción simplificada y

una opción general. La opción general era LIDER que ahora está unificada en la herramienta LIDER-CALENER (HULC), y la opción simplificada se basaba en el control de la transmitancia de la envolvente media, el factor solar y la permeabilidad de los huecos. Ninguna de estas dos opciones comentadas siguen vigentes. En la actualidad las herramientas vigentes para el cálculo de HE son las siguientes:

- HULC
- CERMA
- C3X
- CYPETHERM
- SG SAVE.

Y para concluir con este apartado repasamos una serie de exigencias que se solicitan a todas las herramientas, por parte de la mayoría de profesionales y técnicos que hace uso de ellas.

- Libres, y no sean de pago
- Fáciles de utilizar
- Versátiles
- Poder modificar los datos ya introducidos
- Estabilidad
- Tengan pocos o ningún error de calculo
- Fiabilidad en sus resultados
- Verificar el conjunto de normativas, para evitar uso de diferentes programas
- Relación directa con la certificación
- Disponer de manuales de usuario
- Asistencia técnica y tutoriales de ayuda
- Capacidad para adaptarse a las nuevas exigencias de las normativas

6. ANALISIS DE LA PROPUESTA EN CARPINTERIAS

6.1 Introducción

Es necesario analizar, conocer y desarrollar todos los conocimientos posibles que se emplean a la hora de solucionar los huecos que se encuentran en la envolvente térmica del edificio, ya que en muchas ocasiones estos representan un porcentaje bastante alto de la superficie total de la envolvente. Y de cara al futuro se observa un crecimiento del número y tamaño de huecos, debido a que aportan valor a la vivienda, ya que estos nos permiten la entrada de luz natural a los espacios, la opción de poder ventilar, aumentan la sensación de espacios y por supuesto nos permiten una salida al exterior.

Teniendo en cuenta los valores límite de transmitancia y los valores aconsejados según el DB CTE HE1 2018, se observa como todavía no se establecen suficientes exigencias en las soluciones de los huecos en comparación a las calidades térmicas que se piden para el resto de elementos de la envolvente, y esto puede afectar negativamente al resultado final del estudio energético.

La elección de una buena carpintería conlleva una serie de puntos importantes que analizar, ya que aporta un ahorro energético importante la elección de buenos materiales, llegando a un ahorro de calefacción y aire acondicionado de hasta un 60%. Con la mejora del aislamiento térmico también se aporta confort a la vivienda, debido a que las temperaturas en todas las estancias son estables y no se aprecian diferenciales de temperatura que puedan perjudicar a los usuarios. También contribuye al aislamiento acústico gracias a la hermeticidad que se logra con sus cierres y la masa densa del material, consiguiendo así una reducción del paso de las ondas sonoras al interior de la vivienda.

En la actualidad existen gran cantidad de aperturas y complementos que se pueden aportar a los huecos, por lo que cabe destacar la elección de los mejores sistemas de cerramientos para cada tipología de hueco buscando siempre la comodidad y confort de los usuarios. Cabe destacar también la importancia de una buena instalación del elemento sobre los huecos, ya que esta unión es un punto frecuente de patologías. Por ello es esencial conocer y utilizar los materiales de instalación que se desarrollaran más adelante.

Al destacar la importancia de los huecos respecto al porcentaje de superficie de la envolvente, no se debe olvidar el papel importante que desempeña el vidrio sobre la superficie total de la ventana, ya que suele ser entre el 80% y 90% de la propia carpintería, teniendo en cuenta el tamaño de esta y el material con el que se fabrique. Por ello en este apartado también se analiza todas las posibilidades técnicas que puede aportar este elemento que forma parte del hueco, junto a la carpintería.

Por todo ello, a continuación, se va a desarrollar todos los conceptos analizados anteriormente en los siguientes puntos, con el fin de informar y actualizar todas las características que puede contener la solución de los huecos que pertenecen a la envolvente térmica.

6.2 Información técnica de carpinterías

En este apartado se presenta un análisis técnico de 4 tipos de carpintería que predominan en la actualidad. Para ello se dispone de información técnica contrastada por los fabricantes. Como conclusión se realizará una comparativa de los materiales utilizados y las ventajas e inconvenientes que encontramos en cada una de las soluciones.

Los conceptos que van a marcar los resultados técnicos de cada carpintería son básicamente 5:

1. Transmitancia térmica
2. Permeabilidad al aire
3. Resistencia al viento
4. Estanqueidad al agua
5. Atenuación acústica

A continuación se van a definir todos ellos, con el fin de comprender las clasificaciones resultantes de cada una de las carpinterías.

- **Transmitancia térmica:** Es la medida de calor que fluye por unidad de tiempo y superficie a través de un sistema constructivo cuando hay un gradiente térmico de 1°C de temperatura entre los dos ambientes que éste separa. Se mide en W/m²K.
- **Permeabilidad al aire:** Es la propiedad de dejar pasar el aire cuando se encuentra sometida a una presión diferencial. Se expresa en m³/h. Tal y como se muestra en la siguiente tabla, existe una clasificación por clases desde 0 (sin ensayar) a 4 (máximo), con el fin de determinar la cantidad de aire por m³/h·m² que deja pasar a través de sus juntas. Todo con unas condiciones de presión y velocidad de viento que se indican en la tabla:

Fuga de aire por superficie total

Clase	Permeabilidad al aire a 100 Pa (m ³ /h·m ²)	Presión máxima de ensayo (Pa - km/h)
0	Sin ensayar	Sin ensayar
1	≤ 50	150 - 55 km/h
2	≤ 27	300 - 78 km/h
3	≤ 9	600 - 110 km/h
4	≤ 3	600 - 110 km/h

Figura 9: Tabla de clases de permeabilidad al aire

Fuente: <http://www.extrual.com>

Cabe destacar sobre la permeabilidad al aire, que las exigencias que se presentan en la tabla 2 y figura 7 de este documento, indican unos mínimos de clase 1 (≤50 m³/h·m²) en la normativa del año 2013, y con la actualización de dicha norma del año 2018 se pretende establecer en clase 2 (≤27 m³/h·m²) el mínimo. Todo ello respecto a la zona climática B que es la seleccionada en el caso de estudio, que se ha estudiado en este proyecto. Pero en definitiva se observa una exigencia a la permeabilidad de los huecos muy débil, ya que como se verá a continuación las soluciones de carpinterías que llevan en el mercado muchos años, ya son capaces de establecer unos mínimos de permeabilidades al aire de clases 3 y 4. Teniendo en cuenta las exigencias en el resto de elementos constructivos que se limitan con la nueva norma que se pretende establecer del 2018, sería aconsejable establecer una clase 4 para todas las zonas climáticas. Ya que la mayoría de carpinterías que existen para instalar en los huecos de la envolvente térmica ya disponen de una clasificación clase 4.

- **Resistencia al viento:** Esta medida determina mediante ensayo con la norma EN12211, donde se somete la ventana a tres pruebas de presión. Donde P1 se ejerce presión sobre el perfil más desfavorable a deformación, P2 se aplica a toda la superficie 50 repeticiones a la misma presión y P3 donde se aplica gran presión a toda la superficie de la ventana. La norma establece desde clase 0 a clase 5.

Clase	P1	P2 a)	P3
0	No ensayada		
1	400	200	600
2	800	400	1 200
3	1 200	600	1 800
4	1 600	800	2 400
5	2 000	1 000	3 000
Exxx b)	xxxx		

a) Esta presión se debe repetir 50 veces

b) Una muestra ensayada con una carga de viento superior a la Clase 5 se clasifica como Exxx, donde xxx es la presión de ensayo P1 (por ejemplo, 2 350, etc.).

Figura 10: Tabla de clases de resistencia al viento

Fuente: <http://www.extrual.com>

- **Estanqueidad al agua:** Se define a la capacidad para resistir la penetración de agua, y se determina mediante la norma EN1027, donde se define el método convencional que se usa para determinar la estanqueidad al agua del elemento. La norma EN12208 establece la clasificación de las ventanas y puertas ensayadas con la EN1027, donde se establecen hasta 9 clases con el método de ensayo A y 7 clases con el método de ensayo B. Con el método A la ventana está totalmente expuesta al exterior, mientras que con el método B la ventana queda parcialmente protegida

Presión de ensayo (Pmax en Pa)	Clasificación según estanqueidad al agua		Especificaciones
	Método de ensayo A	Método de ensayo B	
--	0	0	Sin requisito
0	1A	1B	Rociado durante 15'
50	2A	2B	Clase 1 + 5'
100	3A	3B	Clase 2 + 5'
150	4A	4B	Clase 3 + 5'
200	5A	5B	Clase 4 + 5'
250	6A	6B	Clase 5 + 5'
300	7A	7B	Clase 6 + 5'
450	8A	--	Clase 7 + 5'
600	9A	--	Clase 8 + 5'
> 600	Exxx E (Pa soportados)	--	Escalones de 150 Pa hasta filtración

Figura 11: Tabla de permeabilidad al agua

Fuente: <http://www.extrual.com>

- **Atenuación acústica:** Se mide en decibelios (dB) y es un parámetro que mide la reducción sonora que experimentan las ondas sonoras al atravesar por el elemento de ensayo. Es un parámetro que depende de diversos factores, pero predominan el grosor de masa de vidrio y la masa del perfil que compone la ventana o puerta. El resultado que obtenemos se muestra en R_w (C;Ctr), donde R_w es el resultado global de atenuación y C;Ctr es el valor añadido al resultado global dependiendo del tipo de onda y frecuencia de la naturaleza del ruido.

Como se puede observar en la figura 41, la reducción de la sensación acústica al traspasar la onda sonora un elemento, en este caso la carpintería, se reduce en porcentaje

dependiendo del nivel de atenuación que se consiga establecer. Es importante señalar que el aspecto acústico es un tema muy delicado, debido a que las ondas sonoras pueden desviarse e introducirse en la vivienda por otras vías, así que es difícil asegurar de forma exacta la sensación de reducción acústica que se experimentará. Debido también a que cada usuario es capaz de percibir diferentes tipos de onda y frecuencia, que pueden resultar molestos o no.

Se puede diferenciar entre los cierres perimetrales con goma, como podrían ser las ventanas oscilobatientes, respecto a las correderas que no disponen de cierre perimetral, y su cierre es con felpas. Gracias a los cierres perimetrales con gomas aumenta considerablemente la hermeticidad y por consecuencia directa la mejora del aislamiento acústico, debido a que no queda disponible ningún canal de aire posible para la transmisión de las ondas sonoras a través de él.



Figura 12: Tabla de ejemplos de reducción acústica

Fuente: <https://www.saint-gobain.es/>

Una vez comentadas todas las especificaciones técnicas que se pueden encontrar en los análisis técnicos de las diferentes carpinterías, se procede a detallar la tipología de carpintería que se va a analizar. Se ha optado por elegir cuatro tipos de carpintería que normalmente se puede encontrar ya instalados en las viviendas y que en un futuro a medio plazo todavía se van a seguir instalando. Por ello, se eliminan las opciones de carpinterías de hierro y maderas de baja calidad, que todavía encontramos en alguna vivienda pero ya no son objeto de renovación para los huecos existentes. En total contamos con 8 tipos de carpinterías, que se han codificado, de acuerdo al listado siguiente:

1. VOM: Ventana Oscilobaciente de Madera maciza
2. VCM: Ventana Corredera de Madera maciza
3. VOAs: Ventana Oscilobaciente de Aluminio SIN Rotura de Puente Térmico
4. VCAs: Ventana Corredera de Aluminio SIN Rotura de Puente Térmico
5. VOAc: Ventana Oscilobaciente de Aluminio CON Rotura de Puente Térmico
6. VCAC: Ventana Corredera de Aluminio CON Rotura de Puente Térmico
7. VOPVC: Ventana Oscilobaciente de PVC
8. VCPVC: Ventana Corredera de PVC

Se presenta a continuación, en forma de Tablas, las características técnicas de cada una de ellas:

VENTANA OSCIOBATIENTE DE MADERA MACIZA (VOM)		
Transmitancia del perfil (W/m ² K)	1.4	
Permeabilidad al aire	Clase 4	
Resistencia al viento	Clase 5	
Estanqueidad al agua	E900	
Hueco de acristalamiento (mm)	Hasta 35mm	

Tabla 5: Ventana oscilobatiente de madera

Fuente: <http://www.carmave.es>

VENTANA CORREDERA DE MADERA MACIZA (VCM)		
Transmitancia del perfil (W/m ² K)	1.4	
Permeabilidad al aire	Clase 4	
Resistencia al viento	N/D	
Estanqueidad al agua	N/D	
Hueco de acristalamiento (mm)	Hasta 35mm	

Tabla 6: Ventana corredera de madera

Fuente: <http://www.carmave.es>


VENTANA OSCILOBATIENTE DE ALUMINIO SIN RPT (VOAs)		
Transmitancia del perfil (W/m ² K)	5.7	
Permeabilidad al aire	Clase 4	
Resistencia al viento	Clase 4	
Estanqueidad al agua	E750	
Hueco de acristalamiento (mm)	Hasta 29mm	

Tabla 7: Ventana oscilobatiente de aluminio sin RPT

Fuente: <http://www.centroalum.com>

VENTANA CORREDERA DE ALUMINIO SIN RPT (VCAs)		
Transmitancia del perfil (W/m ² K)	5.7	
Permeabilidad al aire	Clase 2	
Resistencia al viento	Clase 5	
Estanqueidad al agua	Clase 7A	
Hueco de acristalamiento (mm)	Hasta 24mm	

Tabla 8: Ventana corredera de aluminio sin RPT

Fuente: <http://www.centroalum.com>


VENTANA OSCILOBATIENTE DE ALUMINIO CON RPT (VOAc)		
Transmitancia del perfil (W/m ² K)	2.4	
Permeabilidad al aire	Clase 4	
Resistencia al viento	Clase 5	
Estanqueidad al agua	Clase 9A	
Hueco de acristalamiento (mm)	Hasta 28mm	

Tabla 9: Ventana hoja oculta oscilobatiente de aluminio con RPT

Fuente: <http://www.centroalum.com>

VENTANA CORREDERA DE ALUMINIO CON RPT (VCAC)		
Transmitancia del perfil (W/m ² K)	4.4	
Permeabilidad al aire	Clase 3	
Resistencia al viento	Clase 5	
Estanqueidad al agua	Clase 7A	
Hueco de acristalamiento (mm)	Hasta 28mm	

Tabla 10: Ventana corredera de aluminio con RPT

Fuente: <http://www.centroalum.com>


VENTANA OSCIOBATIENTE DE PVC (VOPVC)		
Transmitancia del perfil (W/m ² K)	0.98	
Permeabilidad al aire	Clase 4	
Resistencia al viento	Clase 5	
Estanqueidad al agua	E1050	
Hueco de acristalamiento (mm)	Hasta 52mm	

Tabla 11: Ventana oscilobatiente de PVC

Fuente: <http://www.incerco.es>


VENTANA CORREDERA DE PVC (VCPVC)		
Transmitancia del perfil (W/m ² K)	1.2	
Permeabilidad al aire	Clase 4	
Resistencia al viento	Clase 5	
Estanqueidad al agua	7B	
Hueco de acristalamiento (mm)	Solo 28mm	

Tabla 12: Ventana corredera de PVC

Fuente: <http://www.incerco.es>

Como conclusión a los datos técnicos se puede destacar que la estanqueidad al agua y la resistencia al viento, son los datos menos importantes que se pueden analizar en lo que respecta a las prestaciones térmicas de los huecos.

En el caso de la estanqueidad al agua se llega a niveles de presión muy altos combinados con agua en abundancia encarada directamente sobre los desagües de las carpinterías, y el ensayo se da por finalizado a la primera gota de agua que entra, por lo que en pocas ocasiones se reunirán estos factores atmosféricos.

Por otro lado la resistencia al viento es simplemente la flecha que es capaz de mostrar el perfil más desfavorable de la carpintería en situaciones extremas de 159km/h (Clase 3), 184km/h (Clase 4) y 206km/h (Clase 5).

Sin embargo, los otros dos datos que aporta la clasificación técnica de la carpintería, sí que se consideran de vital importancia.

La permeabilidad al aire puede repercutir de forma negativa o positiva dependiendo de su resultado, ya que un buen material puede llegar a transmitir muy poca energía térmica, pero si no es hermético el cierre la entrada y salida de diferencial de temperatura es constante y el resultado final es muy negativo.

Por el otro lado, atendiendo a la Transmitancia del propio perfil, se observa dos materiales muy aislantes como son la madera y el PVC, ya que son materiales no conductores de temperatura por sí solos, por lo que bien aplicados sobre la carpintería aportan resultados óptimos para los huecos. En cambio el aluminio frío (sin RPT) y el aluminio con RPT, presentan unos valores de transmitancia realmente altos. Esto se debe a que el aluminio es un material conductor por naturaleza por lo que tiene una gran facilidad de transmitir la temperatura. La mejora que se aplica con la rotura de puente térmico (RPT) es colocar un material aislante entre la cara exterior e interior del perfil, a esto se le conoce como poliamida, y cuanto más grueso sea este separador aislante, mayores prestaciones térmicas tendrá la ventana de aluminio con RPT.

Todas las características mostradas en las tablas hacen referencia simplemente a la perfilera, sin tener en cuenta la superficie que abarca el vidrio. Por lo que los valores de transmitancia obtenidos se refieren únicamente al conjunto de la perfilera. Los ensayos para obtener las prestaciones técnicas de cada tipo de ventana y apertura se realizan sobre un modelo de dimensiones indicadas en cada certificado de resultados y todas ellas no cuentan con el cajón de persiana en la parte superior, dado que este elemento puede reducir las prestaciones de cada ventana. El hueco de acristalamiento máximo de cada tipología es importante ya que nos permitirá colocar un vidrio de menor o mayor eficiencia, incluso la posibilidad de colocar un triple vidrio en el mejor de los casos.


Algunos resultados se definen como no disponibles (N/D), debido a que el fabricante que hace uso de esa perfilera no ha ensayado el tipo de ventana, en este caso correderas de madera maciza.




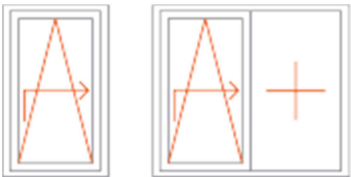
Todos los modelos analizados comparten las mismas propiedades en cuanto al herraje que contienen. Por ello, se distinguen sólo dos grandes grupos de tipo de cierre por su seguridad y por su hermeticidad.

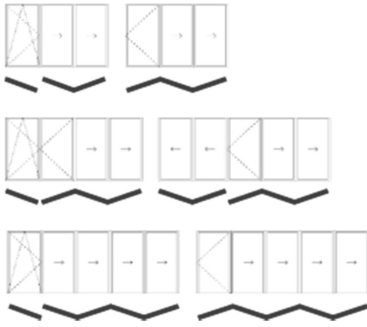
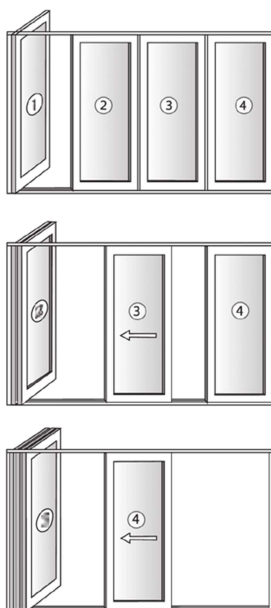
- Oscilobatiente: el cierre se define como perimetral por lo que en todo momento los puntos de anclaje de la hoja al marco se encuentran en los cuatro perfiles, y en el caso de ser ventanas de dos hojas, también se cierran de forma perimetral. En cuanto al tipo de contacto entre perfiles que actúan en el cierre se trata de gomas estancas y trabajando a presión. Fruto de ello este tipo de cierres mejoran considerablemente las propiedades de estanqueidad al agua y la permeabilidad al aire. Las gomas solo actúan cuando la ventana está cerrada así que no ejercen ninguna fricción innecesaria durante la manipulación de la ventana.
- Correderas: el tipo de cierre que utilizan solo actúa sobre la vertical del perfil principal de cada hoja, quedando los otros tres perfiles de cada hoja corredera sin anclar directamente al marco. En cuanto al tipo de contacto que existe entre el marco y la hoja corredera, se soluciona mediante felpas, que reducen la estanqueidad al agua y permeabilidad al aire de forma notable. Estas felpas se utilizan para reducir la fricción entre los perfiles durante su movimiento.

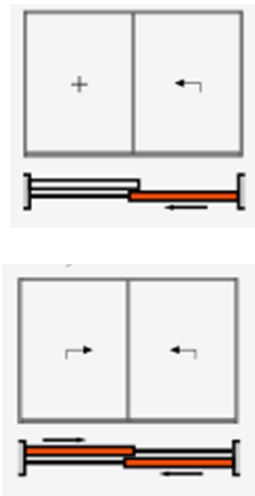

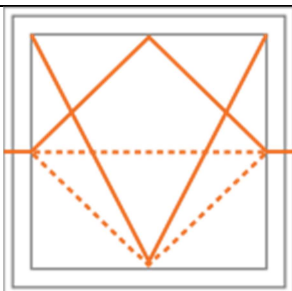
- **Tipos de apertura:**

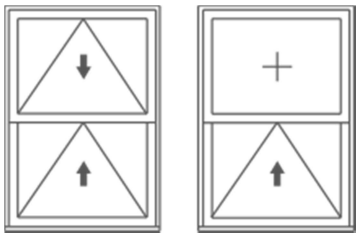
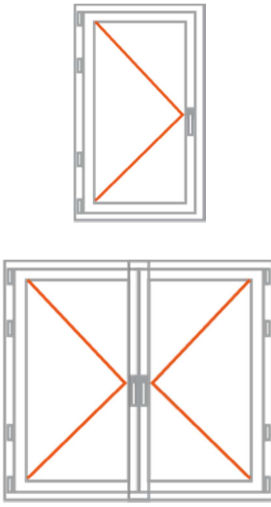
Se han analizado al detalle los dos tipos de apertura que más predominan en las soluciones de huecos, pero en el mercado existe una amplia gama de aperturas que aportan funcionalidad y comodidad a los usuarios de las viviendas. No obstante, puesto que todos los huecos no son iguales, no tienen la misma función, se puede encontrar en el mercado múltiples soluciones. En la tabla a continuación se enumeran y valoran la mayoría de aperturas que existen hasta la fecha, ya que con el paso del tiempo es probable que se implementen nuevas soluciones de huecos, que ahora mismo se encuentran como prototipos.

VENTANA FIJA	
<p>Se trata de un solo marco sin posibilidad de apertura. Se suele usar para definir grandes huecos, mejorar la entrada de luz y en espacios que dispongan de otro punto de ventilación.</p> <p>Ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Visualización mínima de perfil - Estético - Hasta 48mm de vidrio - Muy hermético <p>Desventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sin ventilación - Sin acceso al exterior <p>Contacto de perfiles: Goma</p>	

Seguridad de herraje: No	
VENTANA OSCIOBATIENTE	
<p>La hoja abre girando sobre un eje vertical (practicable) o sobre su eje horizontal (abatible), la combinación de ambos sistemas se llama oscilobatiente.</p> <p>Se suele usar en viviendas con espacios amplios, y también se puede usar como puerta de paso.</p> <p>Ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ventilación y microventilación - Cierre de seguridad - Muy hermético - Opción de apertura interior y exterior - Apertura del espacio al 90% <p>Desventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Invade espacio en su apertura - No puede definir anchos grandes de paso libre <p>Contacto de perfiles: Goma</p> <p>Seguridad de herraje: Perimetral</p>	 
VENTANA CORREDERA	
<p>Son dos, tres, cuatro, hasta seis hojas deslizantes sobre raíles inferiores que permiten aperturas del 50% y 33% del hueco.</p> <p>Se usan para huecos medianos y grandes, que su apertura no pueda invadir el espacio interior o exterior.</p> <p>Ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Para huecos medianos - Facilidad de uso - La apertura no invade espacio - Posibilidad de esquina abierta <p>Desventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sin opción de apertura de ventilación - Cierre menos hermético - Apertura del 50% o 66% <p>Contacto de perfiles: Felpa</p> <p>Seguridad de herraje: Vertical</p>	
VENTANA OSCIOPARALELA	
<p>Es un híbrido de apertura entre la oscilobatiente y la corredera, puesto que tiene las ventanas de ambos sistemas.</p> <p>Se abre la hoja ligeramente al interior y posteriormente corre paralela a la pared.</p> <p>Se suele usar para huecos medianos y que necesiten un alto nivel de hermeticidad sin opción de invadir espacio interior.</p> <p>Ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ventilación y microventilación 	

<ul style="list-style-type: none"> - Cierre de seguridad - Muy hermético - No invade mucho espacio interior - Es posible su uso como puerta <p>Desventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dificultad de uso en su apertura y cierre - Precio elevado <p>Contacto de perfiles: Goma</p> <p>Seguridad de herraje: Perimetral</p>	
VENTANA PLEGABLE ACORDEON	
<p>Sistema de hojas plegables desde un mismo punto de accionamiento, desde 3 a 7 hojas. Una vez abierto se queda un paso libre del 90%.</p> <p>Se suele usar para huecos medianos y grandes, donde se busque un cierre hermético y se necesite un paso ancho en ocasiones puntuales.</p> <p>Ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ventilación y microventilación - Apertura casi total - Facilidad de apertura - Opción de apertura interior y exterior <p>Desventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reducción de luz - Precio elevado <p>Contacto de perfiles: Goma</p> <p>Seguridad de herraje: Perimetral y vertical</p>	
VENTANA CORREDERO-PLEGABLE	
<p>Sistema similar al plegable, pero en el que todas las hojas se accionan de forma individual.</p> <p>Se utiliza para huecos medianos y grandes con el fin de accionar las hojas necesarias para configurar la amplitud de paso.</p> <p>Ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ventilación y microventilación - Apertura casi total - Posibilidad de esquina abierta - Opción de apertura interior y exterior <p>Desventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reducción de luz - Accionamiento costoso <p>Contacto de perfiles: Goma y felpa parte inferior</p> <p>Seguridad de herraje: Perimetral y vertical</p>	

VENTANA CORRDERA ELEVABLE	
<p>Sistema corredero cuyo funcionamiento se basa en elevar, deslizar y bajar. Gracias a su herraje permite elevar hasta 400kg por hoja y deslizar sin problemas. Se usa para huecos muy grandes y su sistema se puede definir en una, dos o cuatro hojas. La apertura siempre será del 50% de su superficie.</p> <p>Ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aporta mucha luz - Apertura cómoda - Muy hermético - Solución óptima para huecos muy grandes - Posibilidad de accionamiento motorizado <p>Desventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Precio elevado <p>Contacto de perfiles: Goma</p> <p>Seguridad de herraje: Vertical</p>	
VENTANA ABATIBLE Y PROYECTANTE	
<p>Sistema de apertura únicamente de eje horizontal, con las bisagras en la parte inferior se considera abatible, y con la manilla de accionamiento en la parte inferior se considera proyectante. Se utiliza para ventanas apaisadas donde solo se requiera ventilación, como baños, garajes y vestuarios</p> <p>Ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ventilación y microventilación - Cierre de seguridad - Muy hermético - No invade mucho espacio interior - Ambas opciones tienen posibilidad de apertura interior y exterior - Es posible accionar de forma motorizada <p>Desventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Carece de apertura practicable <p>Contacto de perfiles: Goma</p> <p>Seguridad de herraje: Perimetral</p>	
VENTANA PIVOTANTE	
<p>Con su eje de giro centrado en la horizontal, su apertura combina media parte superior de apertura interior y media parte inferior de apertura exterior. De forma que una vez abierta queda paralela al marco en modo de ventilación. Se usa para huecos medianos y grandes, y aporta soluciones útiles para evitar utilizar la ventana fija.</p> <p>Ventajas:</p>	

<ul style="list-style-type: none"> - Ventilación - Cierre de seguridad - Muy hermético - No invade mucho espacio interior - Huecos grandes con una sola pieza de vidrio <p>Desventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - No es posible usar como salida al exterior <p>Contacto de perfiles: Goma</p> <p>Seguridad de herraje: Perimetral</p>	
VENTANA CORREDERA VERTICAL	
<p>Sistema de una o dos hojas correderas en vertical, con opción abatible de ambas hojas para facilitar la limpieza exterior. Se suele usar para huecos pequeños o medianos, y su utilización se suele centrar en la cocina.</p> <p>Ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - No invade espacio interior - Mantiene el peso de las hojas en cualquier posición - Facilidad de limpieza interior y exterior - Posible ventilación con apertura batiente <p>Desventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Herraje caro y hecho a medida - Dificultad de accionamiento moderado <p>Contacto de perfiles: Felpa</p> <p>Seguridad de herraje: Horizontal</p>	
PUERTA DE PASO	
<p>Sistema de puerta de una o dos hojas, dotado de un herraje de bulones cilíndricos, que se disparan de forma automática al cerrar la hoja activa. Con bisagras y bombillo de seguridad. Se usa para puertas secundarias, que requieren de acceso por ambas partes interior y exterior.</p> <p>Ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nivel de seguridad medio - Cierre automático - Apertura interior o exterior <p>Desventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Carece de apertura para ventilación <p>Contacto de perfiles: Goma</p> <p>Seguridad de herraje: Vertical</p>	
PUERTA DE CALLE	

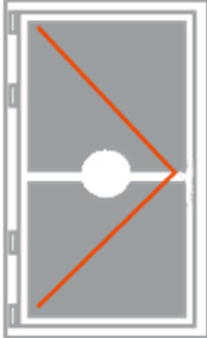
<p>Sistema de puerta de una o dos hojas, dotado de un herraje de bulones pasantes con seis puntos de cierre automáticos, con opción de portero eléctrico. Con bisagras y cerradura de alta seguridad.</p> <p>Se usa para puerta de entrada principal y puede llevar equipado vidrio, panel decorativo o ambas.</p> <p>Ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nivel de seguridad muy alto - Cierre automático - Apertura interior o exterior <p>Desventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Carece de apertura para ventilación <p>Contacto de perfiles: Goma</p> <p>Seguridad de herraje: Vertical</p>	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 13: Tipos de apertura de carpinterías

Fuente: <http://www.incerco.es>

En resumen, se puede observar un gran número de tipos de aperturas y sus usos más comunes, y también dependiendo del tamaño del hueco existen diversas soluciones óptimas, teniendo en cuenta nivel de aislamiento y su funcionalidad.

Por lo que respecta a la vivienda objeto de estudio, cuyo comportamiento energético se analizará en el siguiente apartado, se ha escogido como solución de rehabilitación, el cambio de las carpinterías existentes a aperturas oscilobatientes que no superen el metro de ancho, por lo que se considera trabajar con ventanas oscilobatientes de una y dos hojas.

6.3 Importancia del vidrio

El vidrio es el elemento que cuenta con mayor superficie a la hora de cubrir un hueco de la envolvente térmica, y se trata también del elemento más fino que se instala en la propia envolvente. Fruto de ello que en la actualidad ya existan combinaciones de propiedades de vidrio que aportan una eficiencia térmica similar a las carpinterías, e incluso a los propios muros de la envolvente.

Existen infinidad de características de vidrios, tanto térmicas, acústicas, estéticas, de seguridad... A continuación, se van a enumerar algunos de los conceptos más importantes a la hora de escoger un vidrio.

Aspecto térmico:

- Coeficiente (U): representa la transmitancia del vidrio, se trata del flujo de calor entre la cara interior y exterior del mismo.

- Factor solar (g): es la relación entre la energía solar que incide en el vidrio y la que lo atraviesa.
- Bajo emisivo: reducen las pérdidas de energía del interior hacia el exterior, y no afecta en nada a las ganancias energéticas que provienen del exterior. Este tipo de vidrio es aconsejable colocarlo en zonas que las ganancias solares no sean un problema, con el fin de aprovechar la poca temperatura que se pueda ganar gracias a la incidencia solar sobre el vidrio. Se suele usar para orientaciones norte, ya que cumple siempre la característica definida anteriormente.
- Control solar: evita la entrada de energía desde el exterior al interior, y no controla la pérdida de energía del interior hacia el exterior. Este tipo de vidrio no tiene utilidad actualmente, ya que no controlar la energía del interior de la vivienda no resulta nada eficiente. Esta propiedad se debe unificar con la baja emisividad para que resulte útil.
- Control solar + Bajo emisivo: aporta ambas propiedades positivas descritas antes, ya que evita las ganancias energéticas solares desde el exterior y evita la pérdida de la energía del interior. Se trata de una apuesta segura ya que mejora la eficiencia de la ventana y controla los excesos de ganancias y pérdidas energéticas.
- SNX 60: se trata de un vidrio similar al control solar + bajo emisivo, pero con la única mejora de que aumenta el factor solar respecto al vidrio interior. Aunque esta propiedad también afecta a la transmisión de luz visible.
- Cámaras de aire: se trata del hueco que existe entre las láminas de vidrio, y desempeña el papel de separar ambas capas con el fin de evitar transmisiones energéticas por el contacto de las mismas. Actualmente existen soluciones de cámaras desde 4mm a 24mm, siendo la cámara de 16mm como óptima ya que separa a una distancia ideal las láminas de vidrio. En el momento de reducir o aumentar dicha cámara las propiedades térmicas irán disminuyendo paulatinamente debido a que la función de la cámara de aire no actúa de forma eficaz.
- Gas Argón: El aire del interior de la cámara puede ser sustituido por un gas menos conductor de temperatura como es el gas Argón. Mediante válvulas situadas al exterior de la cámara de aire se introduce el gas, y este va perdiendo efectividad y presencia con el paso de los años. Se calcula que la pérdida de este gas ronda entre el 8% y 10% anual, por lo que cada 10 años se debería rellenar la cámara de nuevo. Como hemos comentado la cámara óptima para llevar el gas Argón sigue siendo la de 16mm.
- Intercalario del vidrio: se trata del elemento metálico que perimetralmente sella y define la cámara del vidrio. En la actualidad se considera un puente térmico, debido a que es un material conductor térmico que actúa en todo el perímetro del vidrio y reduce la eficacia térmica del conjunto de la ventana.

- Intercalarario caliente: Actualmente ya se empieza a utilizar un material aislante como intercalario con el fin de eliminar el puente térmico que se creaba y llegamos a reducir el valor de transmitancia térmica del conjunto de la ventana en un 0.1 W/m²K.

Aspecto acústico:

- Diferencial de grosores: El aislamiento acústico se basa en la masa del vidrio, ya que las ondas sonoras deben atravesar una masa, por lo que cada grosor de masa es capaz de atenuar un tipo de onda. Por ello al colocar un vidrio de una o dos cámaras de aire, si definimos las capas con diferentes grosores tendremos una mejora en la atenuación acústica.
- Laminado: la unión de dos láminas de vidrio mediante un butiral transparente, también aumenta la masa del vidrio y es capaz de atenuar las ondas sonoras. Existen varias opciones de laminado según las capas de butiral que se utilice, pero esto no afectará a mejorar la atenuación acústica, tan solo mejorará la seguridad física y la radiación solar que incida en la vivienda y reduzca la decoloración de muebles, telas y suelos.
- Laminado acústico: al igual que con el vidrio laminado se utiliza una capa butiral para unir dos láminas de vidrio, pero en este caso la lámina butiral tiene una propiedad acústica y fruto de ello se consigue un mejor aislamiento acústico.
- Doble laminado acústico: Se trata de colocar en la capa exterior del vidrio cámara y en la interior del mismo, dos vidrios laminados acústicos. Y para mejorar la atenuación se debe tener en cuenta que los grosores de ambos vidrios laminados no debe ser igual, ya que con grosores diferentes lograremos atenuar más eficazmente todas las tipologías de onda sonora que se presenten.

Aspecto estético:

- Vidrio transparente: es el vidrio común y tiene un factor de luminosidad y de visibilidad muy elevado, ya que a través de él se puede ver todo. Normalmente debe ser tratado con alguna capa selectiva térmica con el fin de mejorar las prestaciones.
- Vidrio mate o clarglass: se trata de un vidrio con la superficie tratada al ácido con el fin de obtener un paso de luz adecuado pero evitar la visibilidad clara, de forma que cerca del vidrio solo se aprecian sombras y lejos de él no se llega a apreciar nada.
- Vidrio impreso: son vidrios grabados mediante chorro de arena, con el fin de sedigrafar alguna figura o texto.

- Vidrio catedral: son vidrios con divisiones de colores y formas, muy utilizados en edificios religiosos.
- Vidrio con barrotillo interior: en el interior de la cámara se introducen varillas de aluminio en horizontal y/o vertical. Se utiliza bastante en Inglaterra. No se aconseja este tipo de solución, ya que este material en el interior de la cámara ejerce de puente térmico y reduce las prestaciones de la ventana.
- Vidrio réflex: es una capa selectiva capaz de reflejar tipo espejo siempre que se cumpla la condición de que la intensidad de luz sea mayor fuera que dentro de la vivienda. En el caso contrario el vidrio actuará a la inversa de lo esperado.

Aspecto de seguridad:

- Vidrio Proteck: se trata de colocar más butirales en la unión de dos láminas de vidrio, de forma que frente a un ataque con objetos contundentes, el vidrio crea una gran resistencia y se llega a romper pero mantiene la integridad física, impidiendo al atacante poder perforar el vidrio. Es el tipo de vidrio que se utiliza para establecimientos que requieren un nivel de seguridad alto, pero también se suelen aplicar en las ventanas con el fin de mejorar la seguridad.
- Vidrio templado: mediante un proceso de calentamiento y enfriamiento rápido, el vidrio adquiere una propiedad de templado, y su robustez aumenta respecto a una lámina normal sin tratar. En cuanto a su rotura, no es tan resistente como el Proteck, pero se trata de una rotura segura porque crea trozos del vidrio muy pequeños y no afilados, de forma que se evitan cortes innecesarios. Es el tipo de vidrio que se utiliza en las ventanillas laterales de los coches.

Una vez analizadas las propiedades que normalmente se utilizan en los vidrios, se pretende realizar una comprobación del resultante de transmitancia total, teniendo en cuenta el valor U del perfil y del vidrio, con el fin de visualizar el importante papel que juega el vidrio sobre la propia carpintería. Para ello vamos a utilizar tres tipos de vidrio, cuyas características vamos a mostrar en sus fichas técnicas, codificados de la siguiente manera:

1. V1: Vidrio 4/6/4
2. V2: Vidrio 4/16/4 SNX60
3. V3: 4 SNX60/16argon/4/16argon/4 SNX60 HP

Se colocarán sobre los ocho tipos de carpintería que hemos analizado en este apartado y obtendremos conclusiones tras los resultados.

Con el fin de simplificar los cálculos, tendremos en cuenta que el porcentaje de perfil es del 15% y el resto es de vidrio.

V1, Vidrio 4/6/4: Es el vidrio que predomina actualmente en la mayoría de viviendas, debido a la antigüedad de la misma, ya que hace un tiempo no se tenía tanta importancia el papel de la eficiencia energética, y menos aún el papel de las soluciones constructivas de los huecos. Cabe destacar que a día de hoy, la renovación de huecos de la envolvente térmica está en auge y en muchas ocasiones aún se sigue instalando el vidrio 4/6/4 desconociendo lo perjudicial que puede llegar a ser para el resultado final en cuanto a eficiencia energética.

Nombre de Composición	Cámara 1 y Capa	Cámara 2 y Capa	Luz Visible			Energía Solar				Prestaciones térmicas
			Transmisión τ_v (%)	Reflexión		Transmisión τ_e (%)	Reflexión ρ_e ext (%)	Factor Solar g (%)	Transferencia de calor secundario q_l	Valor U U_g (W/m ² ·K)
				ρ_v ext (%)	ρ_v in (%)					
Composición por defecto 01	Guardian ExtraClear (CE)	Guardian ExtraClear (CE)	82,8	15,3	15,3	75,8	13,9	79,1	3,3	3,3

Cálculo según Norma: EN 410:2011 / EN 673:2011

Figura 13: Ficha técnica de vidrio 4/6/4

Fuente: <https://glassanalytics.guardian.com>

V1	U PERFIL(W/m ² k)	U VIDRIO (W/m ² k)	U TOTAL (W/m ² k)
VOM	1.4	3.3	3.01
VCM	1.4	3.3	3.01
VOAs	5.7	3.3	3.66
VCAs	5.7	3.3	3.66
VOAc	2.4	3.3	3.16
VCAc	4.4	3.3	3.46
VOPVC	0.98	3.3	2.95
VCPVC	1.2	3.3	2.98

Tabla 13: Resultados de transmitancia según perfil

Fuente: Cálculo propio

V2, Vidrio 4/16/4 SNX60: se trata de un vidrio con una capa selectiva de control solar + bajo emisor, situada en el interior de la cámara de vidrio, sobre la lámina de vidrio que queda al exterior de la vivienda, con el fin de reducir la incidencia solar desde la primera capa y evitar que se caliente en exceso la cámara de aire. En la actualidad es un vidrio con prestaciones altas que ya se está aplicando en muchas rehabilitaciones y obras nuevas, ya que su vida útil es muy prolongada y ofrece una solución de hueco con altas prestaciones térmicas de forma que evitamos pérdidas de energía a través del conjunto de la ventana. Cabe destacar la importancia de buscar un tipo de perfil acorde a los valores térmicos del vidrio, para evitar diferenciales de eficiencia térmica.

Nombre de Composición	Cámara 1 y Capa	Cámara 2 y Capa	Luz Visible			Energía Solar				Prestaciones térmicas
			Transmisión τ_v (%)	Reflexión		Transmisión τ_e (%)	Reflexión ρ_e ext (%)	Factor Solar g (%)	Transferencia de calor secundario q_s	Valor U U_g (W/m ² ·K)
				ρ_v ext (%)	ρ_v in (%)					
Composición por defecto 01	SunGuard® SNX 60 (CE) en Guardian ExtraClear (CE)	Guardian ExtraClear (CE)	59,9	13,0	12,9	27,7	40,9	29,7	2,0	1,3

Cálculo según Norma: EN 410:2011 / EN 673:2011

Figura 14: Ficha técnica de vidrio 4/6/4 SNX60

Fuente: <https://glassanalytics.guardian.com>

V2	U PERFIL (W/m ² k)	U VIDRIO (W/m ² k)	U TOTAL (W/m ² k)
VOM	1.4	1.3	1.31
VCM	1.4	1.3	1.31
VOAs	5.7	1.3	1.96
VCAAs	5.7	1.3	1.96
VOAc	2.4	1.3	1.46
VCAc	4.4	1.3	1.76
VOPVC	0.98	1.3	1.25
VCPVC	1.2	1.3	1.28

Tabla 14: Resultados de transmitancia según perfil

Fuente: Cálculo propio

V3, Vidrio 4 SNX60/16argón/4/16argón/4 SNX60 HT: En cuanto a prestaciones térmicas es de lo mejor que podemos encontrar en el mercado. Se considera un vidrio de prestaciones similares a las exigencias de casas pasivas de consumo casi nulo, por lo que aún no está implementado en el mercado como una solución de uso frecuente. Cabe destacar que la combinación de una capa control solar + bajo emisivo y otra capa de bajo emisivo, todo dentro del mismo vidrio de 44mm de espesor total, no es apto para todo tipo de carpintería debido a su grosor, aun así vamos a realizar el estudio de todas las tipologías de perfilera que estamos analizando. Es importante también el papel que realizan las dos cámaras de 16 mm con gas argón, ya que reducen de forma considerable el resultado térmico final.

Nombre de Composición	Cámara 1 y Capa	Cámara 2 y Capa	Luz Visible			Energía Solar				Prestaciones térmicas
			Transmisión τ_v (%)	Reflexión		Transmisión τ_e (%)	Reflexión ρ_e ext (%)	Factor Solar g (%)	Transferencia de calor secundario q_s	Valor U U_g (W/m ² ·K)
				ρ_v ext (%)	ρ_v in (%)					
Composición por defecto 01	SunGuard® SNX 60 (CE) en Guardian ExtraClear (CE)	Guardian ExtraClear (CE)	39,4	15,0	15,7	15,6	39,6	24,7	9,0	0,5

Cálculo según Norma: EN 410:2011 / EN 673:2011

Figura 15: Ficha técnica de vidrio 4 SNX60/16A/4/16A/4SNX60 HT Fuente: <https://glassanalytics.guardian.com>

V3	U PERFIL(W/m ² k)	U VIDRIO (W/m ² k)	U TOTAL (W/m ² k)
VOM	1.4	0.5	0.63
VCM	1.4	0.5	0.63
VOAs	5.7	0.5	1.28
VCAAs	5.7	0.5	1.8
VOAc	2.4	0.5	0.78
VCAc	4.4	0.5	1.08
VOPVC	0.98	0.5	0.57
VCPVC	1.2	0.5	0.60

Tabla 15: Resultados de transmitancia según perfil

Fuente: Cálculo propio

Como se puede observar, la cantidad de posibilidades técnicas que se pueden escoger a la hora de configurar un cerramiento de hueco son muy amplias, pero dejando a un lado el resto de características, en este estudio se considera sobre todos el factor energético. Aun así, los dos últimos vidrios con buenas prestaciones térmicas, aun dejan una lámina de vidrio sin tratar, por lo que todavía podríamos dotar al cerramiento de otra propiedad más de las que hemos visto, acústica, estética o de seguridad. Se busca aportar confort a una vivienda por lo que unos buenos resultados térmicos son esenciales para el control energético de la vivienda y evitar problemas térmicos y condensaciones durante la vida útil del elemento.

En la siguiente tabla, se reúnen todos los resultados finales analizados durante este apartado, con el fin de demostrar que cualquier calidad de perfilería puede obtener buenos o malos resultados térmicos simplemente dependiendo de la calidad del vidrio. Aunque siempre se recomienda que el perfil tenga características lo más cercanas posibles al vidrio. Y también se debe tener en cuenta el resto de propiedades técnicas que nos aportan las diferentes soluciones de materiales empleados para la carpintería exterior.

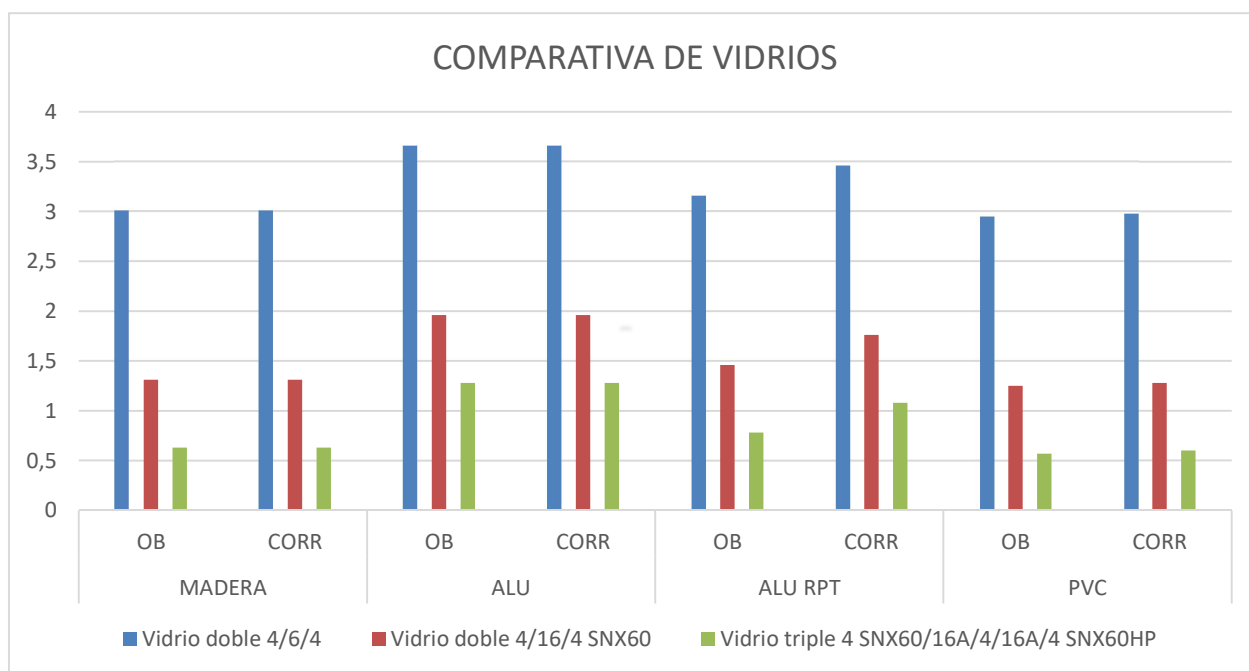


Figura 16: Gráfica de resultados finales de transmitancia térmica

Fuente: Cálculo propio

6.4 Comparativa de los materiales

Llegados a este punto, el objetivo es decidir la mejor solución de carpintería para nuestros huecos, teniendo en cuenta todas las características comentadas anteriormente y añadiendo algunos datos particulares sobre los cuatro tipos de carpintería, como pueden ser los costes del material, el mantenimiento, seguridad, calidades de acabado, durabilidad, colores disponibles y tolerancia al fuego.

Como se ha visto en el apartado sobre la importancia del vidrio y sus gráficas finales, el resultado final más importante que se analiza en las soluciones de huecos es la transmitancia térmica y la permeabilidad al aire. Dado que esta última es bastante alta en cuanto a resultados de los modelos escogidos, el parámetro realmente diferenciador va a ser la transmitancia térmica. En lo que se refiere a la globalidad del hueco, este parámetro viene dado en mayor parte por la calidad térmica del propio vidrio que contiene, ya que el factor térmico de la perfilaría influye muy poco en el resultado global. Por ello la elección de un tipo de carpintería u otro deberemos, podría obtenerse atendiendo a otros aspectos diferentes a la transmitancia.

Otros aspectos a valorar que se introducen en este análisis son:

1. Coste inversión
2. Coste de mantenimiento
3. Seguridad
4. Calidades acabado
5. Durabilidad

6. Color
7. Tolerancia al fuego

1. Coste inversión: Generalmente el factor económico será muy determinante a la hora de la toma de decisiones de qué solución técnica adoptar. Se analiza el coste total de la sustitución de todos los elementos de carpintería exterior de la vivienda objeto, sin tener en cuenta el cambio de persiana, para observar la variación de precio según el tipo de material.

En cuanto al acabado que vamos a analizar se trata de un color madera, ya que este primer elemento no dispone de otros colores para tasar su precio. Aunque la vivienda objeto precise de un color gris oscuro (RAL 7016), se analizaran todas las tipologías de carpintería con la imitación madera.

Los precios que se generan son sin vidrio, para evitar desviaciones de precios, ya que lo único que se pretende en este punto, es analizar el precio únicamente de la carpintería.

- Madera: Se trata de una materia prima cara y que requiere de gran elaboración y tratamiento para darle un uso como carpintería. El tipo de madera que se analiza es de alta calidad con herraje de canal de 16mm con el fin de compartir este tipo de características con el resto de modelos.

REFERENCIA	MEDIDAS	PRECIO UNITARIO	UNIDADES	TOTAL
Comedor	1600x2000mm	1396€	2	6559€
Habitación 2	2000x1400mm	1270€	1	
Cocina	800x2000mm	929€	1	
Habitación 1	1000x2200mm	992€	1	
Baño	800x800mm	576€	1	

Tabla 16: Estudio económico sustitución de ventanas de madera Fuente: www.generadordeprecios.info

- Aluminio sin rotura de puente térmico: Se obtiene a partir de aluminio extrusionado por lo que la elaboración y su tratamiento tienen unos costes inferiores a los de la madera. Es una de las soluciones más baratas del mercado, pero al tener que darle un tratamiento texturizado de madera se eleva bastante su precio común. También dispone de canal de herraje de 16mm para poder disponer de los herrajes perimetrales que comparten los cuatro modelos de carpintería.

REFERENCIA	MEDIDAS	PRECIO UNITARIO	UNIDADES	TOTAL
Comedor	1600x2000mm	732€	2	2992€
Habitación 2	2000x1400mm	722€	1	
Cocina	800x2000mm	280€	1	
Habitación 1	1000x2200mm	303€	1	
Baño	800x800mm	223€	1	

Tabla 17: Estudio económico sustitución de ventanas de aluminio Fuente: www.generadordeprecios.info

- Aluminio con rotura de puente térmico: Al igual que el aluminio sin rotura, se elabora a partir de aluminio extrusionado, con la gran diferencia de que durante el proceso se coloca una poliamida como nexo de unión entre la cara interior y exterior del propio perfil, y debido a esta separación que se aplica ya desde un primer momento de elaboración, se conoce como rotura de puente térmico. Al ser imitación madera su precio es elevado, debido a tratamiento especial que se debe aplicar sobre la superficie interior y exterior del perfil. También cuenta con el canal de herraje de 16mm para dotar a la carpintería de herraje perimetral.

REFERENCIA	MEDIDAS	PRECIO UNITARIO	UNIDADES	TOTAL
Comedor	1600x2000mm	877€	2	3987€
Habitación 2	2000x1400mm	784€	1	
Cocina	800x2000mm	503€	1	
Habitación 1	1000x2200mm	547€	1	
Baño	800x800mm	399€	1	

Tabla 18: Estudio económico sustitución de ventanas de aluminio RPT Fuente: www.generadordeprecios.info

- PVC: Es el derivado del plástico más versátil, se presenta como un material rígido, dúctil, tenaz y resistencia ambiental. Se elabora mediante extrusión y tras su enfriamiento se puede manipular fácilmente, además de ser un material ligero tiene altas propiedades térmicas, por lo que no transmite calor ni frío, y su temperatura suele ser constante, con la ayuda también de las cámaras de aire que dispone el perfil.

REFERENCIA	MEDIDAS	PRECIO UNITARIO	UNIDADES	TOTAL
Comedor	1600x2000mm	699€	2	3359€
Habitación 2	2000x1400mm	655€	1	
Cocina	800x2000mm	458€	1	
Habitación 1	1000x2200mm	497€	1	
Baño	800x800mm	351€	1	

Tabla 19: Estudio económico sustitución de ventanas de PVC Fuente: www.generadordeprecios.info

Como resumen final, en el aspecto económico resulta como principal opción la carpintería de PVC, ya que para este tipo de color resulta bastante más económico que el resto de opciones. Aunque el aluminio sin rotura pueda ser más económico, también se pretende analizar el concepto económico en cuanto al aspecto de ahorro energético. Finalmente, se seleccionará la opción de carpinterías de PVC en cuanto al ahorro energético y ahorro inicial que supone su instalación. Ya que como vimos supone la mejor opción en cuanto a eficiencia energética, ya que se consiguen unos valores de transmitancia muy inferiores al resto de opciones.

Costes de mantenimiento: Si bien la vida útil de una buena carpintería, como las que estamos analizando, suelen tener una vida útil elevada, esto conlleva un mantenimiento y atención que varía dependiendo de cada material, por lo que vamos a detallar el mantenimiento que se debería realizar en cada caso.

En este punto de análisis vamos a englobar el aluminio sin rotura y el aluminio con rotura como un mismo material, ya que el mantenimiento es idéntico.

- Madera: requiere de un alto nivel de tratamiento anual, sobre todo por la parte exterior, ya que la madera no suele comportarse bien con la humedad, los cambios de temperatura bruscos y la incidencia solar directa. Por ello requiere un mantenimiento anual valorado en 111.11€ durante los primeros 10 años.
- Aluminio: se trata de un material metálico expuesto al exterior, aunque gracias a los tratamientos de fábrica que pueda llevar quede bastante protegido de las inclemencias climáticas, este material requiere un mantenimiento anual valorado en 39.79€ durante los primeros 10 años.
- PVC: el propio material resiste bastante bien los factores meteorológicos que puedan afectar a la superficie del perfil, pero como todo elemento con mecanismos y superficies exteriores requiere un mínimo mantenimiento de 19.36€ al año, durante los primeros 10 años.

Finalmente observamos como en el aspecto de costes de mantenimiento obtenemos como resultado más económico la carpintería de PVC.

Seguridad: una gran parte de la seguridad de una ventana es el vidrio y el herraje, en este caso analizamos las aperturas oscilobatientes, ya que son más seguras que las correderas. Veremos cómo actúan los tres materiales frente a un intento de apertura por el exterior, con el mismo tipo de herraje perimetral y el mismo vidrio.

- Madera: se trata de un material con buena resistencia a compresión, pero en el caso de forzar un perfil para lograr la apertura la fuerza que se ejerce es a flexión, para ello la madera no ofrece tanta resistencia como a compresión, pero al tratarse de madera maciza podemos considerar que el nivel de seguridad es medio-alto.
- Aluminio: es el material con mejores resultados de resistencia a flexión tiene de los tres, pero la razón del análisis de seguridad no se analiza hasta el punto de rotura, sino hasta el punto de llegar a doblar tanto el perfil que se pueda sacar de los puntos de cierre. Por ello el nivel de seguridad del aluminio es medio, ya que haciendo palanca sobre el perfil, este va adquiriendo la forma y curvatura que necesita para liberar los puntos de cierre.
- PVC: por el contrario que el aluminio, tiene menor resistencia a flexión por ello su interior va dotado de láminas de fibra de vidrio o refuerzo metálico en su interior, buscando siempre la orientación ideal para ofrecer mayor inercia al perfil en el eje que lo requiera. Por ello el nivel de seguridad es alto, debido a que el propio material ante una fuerza ejercida a flexión vuelve a su posición natural y el refuerzo aumenta la resistencia a flexión y es poco probable que se lleguen a sacar los puntos de cierre de los propios cerraderos del marco.

Todo ello se analiza de forma genérica sobre los materiales de carpintería escogidos, cabe destacar que dependiendo de la dimensión de la ventana existe mayor o menor facilidad de manipular, ya que cuanto más largo sea el perfil, mayor flecha podremos lograr al ejercer una fuerza a flexión. De ahí la importancia del herraje perimetral que comentamos, ya que a mayor longitud de perfil también existen mayor número de puntos de cierre.

La elección de la mejor carpintería frente a seguridad sigue siendo la de PVC, teniendo en cuenta que todos los modelos son dotados del mismo vidrio y el mismo herraje.

Calidades del acabado: en este punto analizamos la solución estética y uniones mecánicas que se desarrolla en cada tipo de material, para ello trataremos los siguientes puntos: esquinas, estética del perfil, refuerzos interiores y formas irregulares.

Madera:

- Las esquinas están solucionadas a testa, por lo que se fresa el perfil con la forma complementaria al perfil que va unido a 90 grados con el fin de crear los cuadros de hoja y marco. No existe la unión a inglete que aporta más estética que la unión a testa.
- La estética del perfil se basa en un estilo más rústico, por lo que tiene una tendencia de uso en zonas más frías, puesto que antiguamente era el material que mejores resultados térmicos presentaba. Suele tratarse de perfiles bastante gruesos por lo que se reduce el tamaño del vidrio y la entrada de luz natural.
- Las carpinterías de madera maciza no disponen de refuerzo metálico, ya que la totalidad del perfil está conformado con la propia madera. Esto hace que la resistencia de la ventana sea proporcional a la calidad de la madera.
- Tienen la posibilidad de curvase los perfiles y realizar formas irregulares y curvadas, pero su coste es muy elevado ya que la mano de obra debe ser muy cualificada y se trata de un trabajo meramente artesanal.

Aluminio:

- Las esquinas se combinan según el tipo de apertura y si disponen o no de rotura de puente térmico. Las oscilobatientes suelen unirse a inglete de 45 grados, mientras que las correderas tienen a ir con los perfiles unidos a testa. Todos los perfiles se unen de forma mecánica, por lo que siempre existe una junta de unión y nunca podríamos considerar la unión de cuatro perfiles como una misma pieza.
- La estética del perfil presenta unas líneas minimalistas y cantos bastante rectos, por lo que es ideal su uso para zonas de temperaturas constantes y no tan extremas, en las que no se necesite un gran aislamiento térmico, y se premie antes a la estética que a la

eficiencia energética. Son perfiles que mantienen grandes superficies de vidrio y aportación de luz natural. Incluso hay un tipo de carpintería de RPT que trabaja la hoja oculta, esta propiedad hace prácticamente invisible la hoja por el exterior.

- La carpintería de aluminio no tiene refuerzo metálico en el interior, ya que el propio perfil aporta bastante robustez con el juego de cámaras y nervios que se diseñan con el fin de mejorar la inercia del perfil en los ejes necesarios.
- Las figuras irregulares y perfiles curvados son posibles con estos perfiles, aunque la resistencia que ejercen al darles formas los convierte en un proceso costoso.

PVC:

- Las esquinas siempre van unidas a inglete y soldadas entre sí, de forma que al crear los cuadros, estos se consideran una sola pieza tanto de marco, como de hoja. Se crea una esquina muy resistente y estética, ya que con la nueva tecnología que se aplica no se genera ningún exceso de material fundido, y su resultado final es prácticamente perfecto.
- La estética de los perfiles de PVC suele ser bastante redondeada y gruesa, debido a la cantidad de cámaras de aire que alberga. La superficie de vidrio para huecos pequeños suele ser reducida, aunque ya están apareciendo perfiles más finos e imitaciones a la hoja oculta del aluminio.
- Todo perfil de PVC contiene refuerzo en su interior, puede ser metálico o refuerzo térmico en forma de láminas de fibra de vidrio. El refuerzo metálico se está eliminando ya que es un material conductor y perjudica el análisis energético global de la carpintería, por lo que se apuesta por el refuerzo de fibra de vidrio que aporta suficiente inercia y buenos resultados térmicos.
- El perfil de PVC tiene facilidad para adoptar formas curvas e irregulares, ya que mediante un proceso de calentamiento moderado, se puede llegar a dar forma fácilmente. Es aconsejable realizar un cierre automático de los puntos de cierre, o en el caso de ventanas que dispongan de herraje perimetral ya que las ventanas curvadas no disponen de refuerzo metálico, sino que se rellenan con un material arenoso que no tiene la misma resistencia que el metal. Por lo que es clave que la ventana queda cerrada por todas sus caras. Cabe señalar que las partes rectas siempre estarán reforzadas con metal en su interior.

Durabilidad: se pretende definir la vida útil de cada material teniendo en cuenta un buen mantenimiento durante todo el ciclo de vida que se estima. Y detallaremos la diferencia de

durabilidad dependiente los ambientes, si son secos o húmedos. En este apartado siempre vamos a tratar de analizar el perfil simplemente, fuera de este análisis queda el vidrio y el herraje que pueda disponer cada carpintería.

Madera: la vida útil de una ventana de madera maciza de alta calidad es incalculable, ya que si se mantienen los cuidados y tratamientos que establece el fabricante puede llegar a sobrepasar los 70 años sin problemas. El gran problema de esto es que muy pocas veces se llega a seguir el tratamiento correcto durante tanto tiempo, ya que su tratamiento implica barnizar, lijar, rellenar etc... y los costes de material y tiempo son bastante elevados frente a otras carpinterías.

Aluminio: se trata de un material muy resistente y su vida útil media es de 50 años. Pero debemos tener en cuenta que duran mucho más en ambientes secos, ya que al quedar expuestas a ambientes húmedos o marinos, estos agentes se cueban por las uniones de los perfiles “no soldados” y generan patologías graves al perfil, siendo siempre el primer problema de las ventanas de aluminio las esquinas de unión de perfiles.

PVC: su vida útil media que se calcula es de 50 años, si bien todavía no han llegado a tal fecha las nuevas fórmulas de composición de PVC, que muestran mejor resistencia a agentes ambientales. Por lo que deberíamos definir la vida útil del perfil de PVC como 50 años o incluso algunas décadas más.

Cabe señalar en este apartado el problema que se generó a principios de años 90, cuando llegó el PVC a España con la formulación química que se usaba en centro Europa, donde empezaron a amarillear algunos perfiles blancos fruto de la incidencia solar sobre su superficie. Fue solucionando mejorando la fórmula química del perfil, teniendo en cuenta la incidencia solar que se presenta en el sur de Europa. Desde entonces la fórmula cambió para todo tipo de perfil de PVC tuviera el destino que tuviera.

Colores disponibles: si bien el blanco para PVC, el plata o bronce para el aluminio y el tono madera para el material de madera, son los típicos colores que observamos en la mayoría de cerramientos de huecos, cada material dispone de muchos más acabados, por lo que vamos a enumerar todas las posibilidades que existen. Ya que es importante poder mantener la estética de fachada de los edificios y esto no debe ser una primera barrera para negar la oportunidad a ninguno de los tres materiales que planteamos en este estudio.

Madera: dispone de una gran gama de acabados en tonos madera natural, ya que el color lo aporta la propia naturaleza del tipo de árbol, pero debemos tener en cuenta que el tipo de madera debe ser de alta calidad por lo que los tonos madera se reducen de forma considerable. A parte también existe la opción de lacar la madera de colores, como por ejemplo el blanco, pero no se recomienda ya que todos los tratamientos que deberemos aplicar anualmente deberán incluir un repintado adicional.

Aluminio: es el material que más acabados dispone, ya que tiene una gama de colores muy amplia, desde colores lisos, rugosos, texturizados, metalizados, foliados. Y todo ello pudiendo combinarlo con bicolors. Para el aluminio de RPT resulta muy sencillo aplicar bicolors de

diferentes acabados ya que como indicamos anteriormente el perfil se forma a partir de la unión de un perfil interior y exterior, unidos por la poliamida aislante.

PVC: dispone del acabado blanco liso y una gran número de colores foliados que aportan realidad al acabado. También están disponibles en cualquier color de la carta RAL, e incluso algunos acabados metalizados como oro, plata, bronce, negro... Todo ello también está disponible en bicolor.

Tolerancia al fuego: es importante analizar cómo responde cada material ante un incendio y la capacidad que tiene cada material frente al foco de calor.

Madera: al tratarse de un material macizo y no conductor, responde de forma correcta al fuego, aunque a la larga se prende como si de un tronco se tratara. Así que su resistencia al fuego es alta, pero su propagación también lo es.

Aluminio: es un material conductor pero poco inflamable, por lo que se comporta muy bien de cara al foco de calor. Es el material que más aguanta frente a un fuego. Su resistencia al fuego es alta y su propagación es baja.

PVC: es un material débil frente al fuego, ya que su punto de fusión es muy bajo y tiene a derretirse, pero como parte positiva nos encontramos con que no es capaz de extender el fuego, así que no se considera que lo propague.. Así que su resistencia al fuego es baja, pero su propagación también lo es.

6.5 Elección final de carpintería

Se realiza una clasificación con puntuaciones numéricas con el fin de obtener un orden de prioridades en cuanto a la selección final de carpintería. Para ello se puntúa sobre 10 la transmitancia térmica del material. Mientras que el resto de características técnicas, estéticas y funcionales se puntúan sobre 4. Todo ello teniendo en cuenta que el modelo a analizar es el de ventana con apertura oscilobatiente.

CRITERIO	MADERA	AL SIN RPT	AL CON RPT	PVC
ENERGÉTICO (TRANSMITANCIA)	8	1	5	10
PERMEABILIDAD AL AIRE	4	4	4	4
RESISTENCIA AL VIENTO	4	3	4	4
ESTANQUEIDAD AL AGUA	3	2	1	4
COSTE/INVERSIÓN	2	1	3	4
COSTE MANTENIMIENTO	1	2	3	4
SEGURIDAD	3	1	3	4
CALIDAD	3	2	3	4

ACABADOS				
DURABILIDAD	4	2	3	4
COLOR	1	2	4	3,5
TOLERANCIA AL FUEGO	3	2	3	2
VALORACIÓN FINAL	36	22	36	47,5

Tabla 20: Valoración final de materiales

Tras analizar todos los aspectos de cada uno de los materiales, se podría concluir con la siguiente clasificación:




MATERIAL	VALORACION FINAL
PVC	
Madera maciza	
Aluminio RPT	
Aluminio frio	

Tabla 21: Clasificación final de materiales

El PVC resulta claramente muy superior al resto de materiales en la mayoría de los aspectos importantes respecto al aislamiento térmico, acústico y mejora de la eficiencia energética de la vivienda. Quizás pueda perder en algún aspecto como la estética o las propiedades resistentes del perfil en cuanto a cargas. También cabe destacar que, en este momento, este material se obtiene en gran parte de material reciclado, y mediante procesos químicos de conformación del perfil se logra crear de nuevo el material. Esto significa que puede contribuir a la valorización de un residuo que requiere de tratamiento tras acabar su vida útil, pues las ventanas o partes de perfiles que no son útiles se pueden reciclar y volver a formar parte de un nuevo perfil de PVC.

La madera sigue los pasos en cuanto a eficiencia energética y aislamientos que el PVC, pero pierde en bastantes aspectos técnicos, estéticos y económicos. Por lo que no se deja de recomendar este tipo de carpintería, pero queda al alcance de muy pocos su uso, debido a su coste y principalmente a su mantenimiento.

El aluminio con rotura de puente térmico no deja de ser en gran parte un perfil conformado a base de un material muy conductor, y aunque la poliamida central se trabaja con varios espesores para mejorar sus propiedades térmicas, es difícil igualar las propiedades que pueden tener otros materiales como PVC o madera. Sin embargo frente a las características técnicas y estéticas queda bastante por encima del resto de materiales, por lo que se sigue recomendando su uso para viviendas que apuesten más por las características técnicas y estéticas, que por el propio aislamiento térmico del perfil. Cabe destacar, tal y como se vieron la comparativa de vidrios, este tipo de carpintería con un buen vidrio no obtiene malos

resultados térmicos en global, pero no deja de existir una gran variación de transmitancias entre el perfil y el vidrio.

Por último, el aluminio frío o sin rotura de puente térmico queda en la peor posición, ya que sus propiedades térmicas son nefastas. Es importante haber analizado este tipo de carpintería frente al resto de materiales, para conocer el tipo de carpinterías que conviven ahora mismo en la mayoría de viviendas españolas. Por lo que solo se recomienda este tipo de carpintería económica, para el cierre de locales comerciales interiores que no precisen de un aislamiento térmico concreto.

6.6 Datos por defecto de las herramientas de simulación a aplicar en el caso de estudio

Una vez se ha decidido el tipo de carpintería se va a aplicar como mejora, respecto a la carpintería de la vivienda actual objeto de estudio, se debe configurar el modelo definido en la herramienta HULC 2018. Para ello se debe definir un tipo de vidrio con las características que se necesitan, como es un triple vidrio con las capas de los extremos con un tratamiento térmico, y las dos cámaras de aire rellenas de argón. Mientras que la carpintería se trata de un perfil de PVC, de 6 cámaras de aire y refuerzo térmico en su interior. Todas las características a definir para configurar el tipo de carpintería que se va a sustituir, no existen en el programa de análisis energético.

Para una versión tan reciente como es la versión 2018 del HULC que trabajamos, no está para nada actualizado con los vidrios y perfiles de carpintería que se usan actualmente, por lo que vamos a proponer mejoras en este aspecto.

Vidrios: tal y como se muestra en la siguiente imagen, existen muchas carpetas con vidrios bajo emisivos, teniendo en cuenta la conductividad de la capa selectiva y su orientación. Pero sin embargo no se dispone de vidrios con el aditivo de control solar + bajo emisivo, que mejora bastante la transmitancia del elemento y su factor solar. Esto obligará a introducir el material como “nuevo material”, introduciendo sus características técnicas, al no existir en la base de datos por defecto. También haría falta una actualización a las nuevas propiedades térmicas que se trabajan actualmente como mejores capas selectivas de control solar + bajo emisivo, como podría ser el SNX60 que mantiene la transmitancia idéntica pero reduce aún más el factor solar. También se debería añadir el gas térmico llamado Argón, de forma opcional en las cámaras de aire. Y por último hacer mención al intercalario caliente que ya está disponible en el mercado, en sustitución del intercalario de aluminio que se colocaba anteriormente. Este intercalario también mejora la transmitancia global del vidrio.

La base de soluciones del programa presenta una serie de vidrios poco frecuentes, ya que la cámara óptima es la de 16mm, se suelen trabajar las más cercanas a este grosor, como serían 12mm, 14mm, 18mm, 20mm, de forma que las cámaras que aparecen de 6mm, 9mm y 15mm podrían prescindir de ellas. Ya que no aparece ninguna propiedad acústica o de seguridad en el resultado de la herramienta, los vidrios laminados 3+3, 4+4, 5+5 y 6+6 que aparecen en el listado tampoco tienen ningún sentido, ya que no afectan a los valores térmicos y de factor solar que necesita la herramienta.

Como resumen final respecto al apartado de vidrios, se debería realizar un filtro con el fin de simplificar las opciones de vidrio y el resultado final debería contener menos cantidad de vidrio que en la actualidad, pero con mayor variedad de tratamientos térmicos.



Figura 16: Apartado de elección de vidrios

Fuente: Captura HULC2018

Perfiles de carpintería: en cuanto a las mejoras que se proponen para el apartado de perfiles de carpintería, vamos a analizar solamente la configuración que nos afecta, en este caso el tipo de marco de PVC en vertical. Tal y como se muestra en la imagen solo tenemos opción de elegir PVC de dos y tres cámaras de aire, con unos datos de transmitancia térmica muy alejados de la realidad. También aparece el campo rellenable de la absortividad del perfil, pues bien esto se refiere simplemente al color tal y como se muestra en la figura, por lo que se recomienda simplificar este dato y ofrecerlo en forma de selección de color y no como campo numérico, pues sería más fácil de entender.

Existen mejoras constantes de perfiles de carpintería de todos los materiales, por lo que se ruega mantener las versiones de la herramienta actualizadas con el fin de poder obtener resultados más precisos y reales.

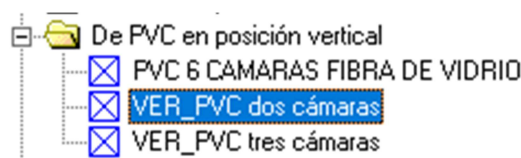


Figura 47: Opciones de marco de PVC

Fuente: Captura HULC2018

Color	Claro	Medio	Oscuro
Blanco	0,20	0,30	---
Amarillo	0,30	0,50	0,70
Beige	0,35	0,55	0,75
Marrón	0,50	0,75	0,92
Rojo	0,65	0,80	0,90
Verde	0,40	0,70	0,88
Azul	0,50	0,80	0,95
Gris	0,40	0,65	---
Negro	---	0,96	---

Figura 17: Valores de absorptividad según color

Fuente: CTE Tabla E.10

También aparece la opción en las elecciones de vidrio y perfil, de la posición en la que van orientados, si en vertical y horizontal. Pues bien, se observa como los valores de transmitancia de un mismo elemento varían dependiendo de la orientación en la que se disponen. Esto no debería ser cierto, ya que un elemento tiene una transmitancia térmica que no tiene nada que ver con su orientación, pero quizás sea un corrector que se aplica para generar resultados más reales, ya que se sobreentiende que toda posición horizontal siempre recibirá más incidencia solar en perpendicular que la orientada en vertical.

Después de nombrar las posibles mejoras en la base de datos de la herramienta, también hay que añadir que esta herramienta de la opción de crear cualquier material y añadir sus datos térmicos, por lo que siempre tendremos la opción de generar cualquier tipo de material que se quiera aplicar en el estudio. Simplemente se ha hecho mención a la mejora de la base de datos con el fin de tener opciones predefinidas por la herramienta, de soluciones constructivas actuales.

7. SEGUNDA FASE: CASO DE ESTUDIO

7.1 Características generales y constructivas

6.1.1. Situación y emplazamiento de la vivienda

La vivienda de la cual hacemos referencia en este estudio está situada en Almenara, provincia de Castellón. El municipio se encuentra en la parte sur de la provincia y delimita con la provincia de Valencia.

El municipio pertenece a la comarca de la Plana Baja. Su población censada en 2018 es de 5.900 habitantes. La información demográfica del primer censo del municipio data de 1713, en el que la población era de 668 habitantes.



Figura 18: Ubicacion de Almenara en España



Fuente: Wikipedia

La vivienda pertenece a un bloque de viviendas, situado en la zona de la estación, tal y como se indica a continuación. Se encuentra en la zona sud este de la localidad, y se considera la zona de expansión del pueblo, ya que es donde más viviendas de obra nueva se han realizado, debido a que el pueblo queda delimitado al norte por la montaña.



Figura 19: Ubicación de zona del edificio

Fuente: Google Maps

En concreto el edificio se encuentra en la calle Sant Vicent Ferrer, numero 17, y la vivienda es la puerta 24, que ocupa la cuarta planta. Se delimita la cara este de la fachada con la calle de les Eres y la cara norte con la calle Santa Rita. Y la cara oeste delimita con medianeras con una edificaci3n de una 3nica planta, que alberga cuatro garajes privados.



Figura 20: Ubicaci3n de zona del edificio

Fuente: Google Maps



Figura 21: Ubicación de vivienda Fuente: Google Maps

El terreno sobre el que se encuentra el edificio se trata de terreno montañoso, por lo que el tipo de subsuelo que se ha trabajado para la construcción de este edificio se trata de un suelo rocoso, en el que las tareas de excavación son costosas, fruto de ello se observa como el garaje del edificio se encuentra en la planta baja y no tiene suficiente espacio para tantas plazas como viviendas existen. Tal y como se muestra en la figura 13, los alrededores del edificio abunda el suelo rocoso, incluso un solar excavado que se encuentra muy cercano ya se aprecia el tipo de terreno que se comenta.



Figura 22: Terreno cercano al edificio (Fuente: Imagen propia)

6.1.2. Datos climáticos

Mediante el siguiente gráfico, Figura 14, se puede observar la variación de temperatura del municipio, detallando las máximas y mínimas en cada mes del año. Observamos como las épocas más frías del año se sitúan en los meses Diciembre, Enero, Febrero, Marzo y Abril. Mientras que las temperaturas máximas se dan en los meses de Junio, Julio, Agosto y Septiembre. Conociendo estos datos podemos sacar conclusiones, teniendo en cuenta que las temperaturas de confort en el interior de una casa oscilan entre los 21°C y los 26°C, para invierno y verano, respectivamente, tal y como se indica en la Figura 15.

Se observa que las máximas no son excesivas, por lo que será relativamente fácil mantener la temperatura interior de confort en verano de 26°C. Mientras que la temperatura en los meses fríos sí que dista bastante de la temperatura de confort en invierno de 21°C, por lo que se prevé que será necesario aclimatar el espacio habitable para conseguir esa temperatura de confort. En definitiva podemos observar que la vivienda se encuentra en una zona climática muy estable y no se experimentan temperaturas puntuales extraordinarias, como si que podría ocurrir en otras zonas de España.

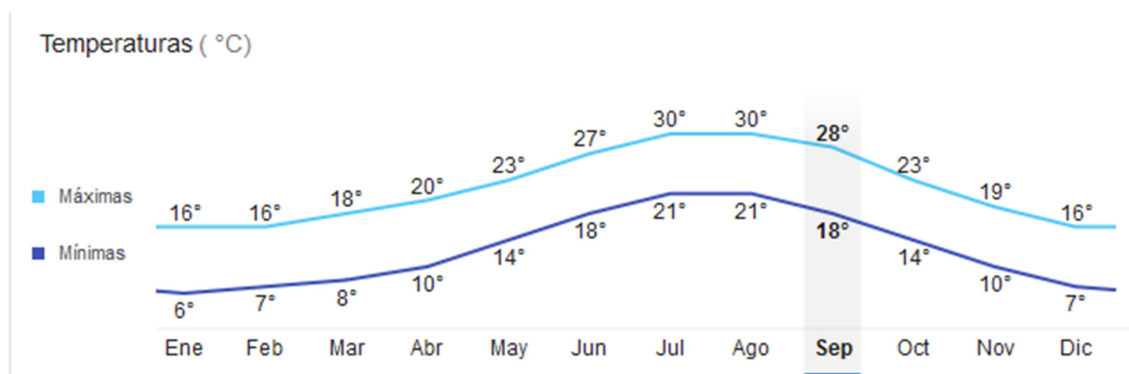


Figura 23: Temperaturas anuales de Almenara

Fuente: NOAA <https://www.ncdc.noaa.gov/>

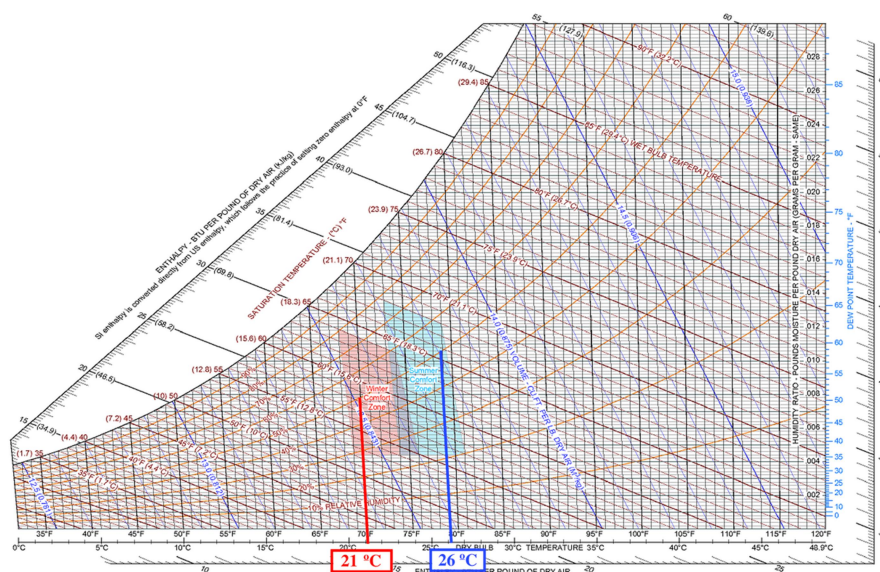


Figura 24: Temperatura de confort en invierno y verano Fuente: ASHRAE Modelo 55

La Figura 16 muestra las precipitaciones en (mm) durante todos los meses del año, y los días de lluvia de cada mes. La época mas seca se encuentra en los meses de Junio, Julio y Agosto. Mientras que la época mas lluviosa la encontramos en los siguientes meses de Septiembre, Octubre y Noviembre. Al igual que ocurre con la temperatura descrita anteriormente, no nos encontramos en una zona de lluvias constantes, sino que se trata mas bien de un clima seco, con lluvias muy dispersas. De hecho de los 365 días del año, llueve tan solo 37 días, esto significa que la probabilidad de lluvia durante el año es aproximadamente del 10%.

Lluvia (mm)

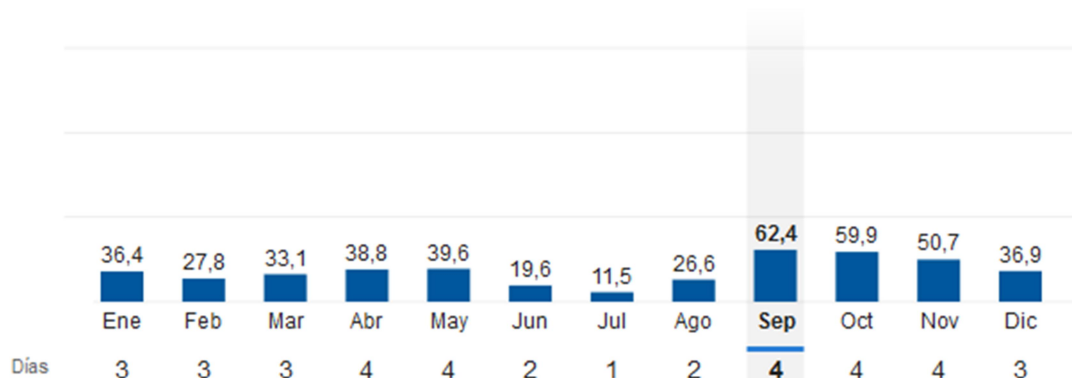


Figura 25: Precipitaciones anuales de Almenara

Fuente: NOAA <https://www.ncdc.noaa.gov/>

En la Figura 17 se puede observar la cantidad de horas de luz diurna en base a las 24 horas diarias de cada mes, que afectan a la zona del municipio de Almenara. Debido a la rotación de la Tierra respecto al sistema solar observamos como en los meses de verano se alargan las horas diurnas y los meses de invierno la luz solar se reduce en tiempo, llegando a encontrar una diferencia entre las máximas horas y las mínimas de hasta 5,5 horas de luz solar, si comparamos las horas de luz solar de Junio con Diciembre.

Luz diurna

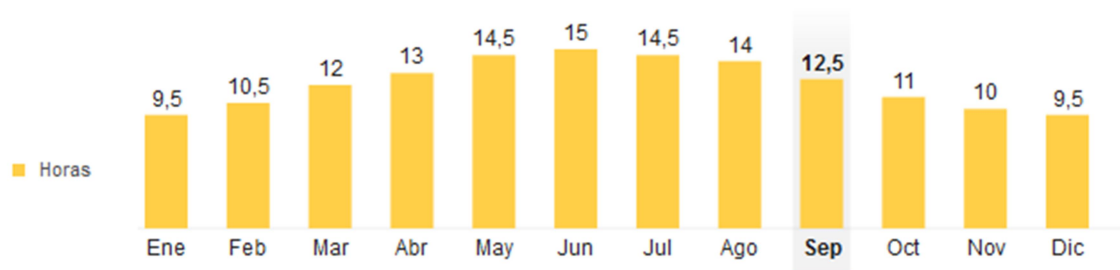


Figura 26: Luz diurna de Almenara

Fuente: NOAA <https://www.ncdc.noaa.gov/>

Todos estos aspectos son importantes a la hora de conocer el entorno en el que se encuentra la vivienda objeto, ya que es esencial conocer la situación geográfica en la que se encuentra para adoptar las soluciones constructivas más adecuadas.

6.1.3. Datos generales de la vivienda

La vivienda forma parte de un bloque de 32 viviendas, que se distribuyen 2 de ellas en planta baja, 7 de ellas en las plantas 1ª, 2ª, 3ª y 4ª, y por último, 2 viviendas en la planta 5ª. Las viviendas son todas exteriores y existen 3 modelos de composiciones según el número de habitaciones y baños:

MODELO DE VIVIENDA	HABITACIONES	BAÑOS
A (15ud)	2	2
B (15ud)	3	2
C (2ud)	2	1

Tabla 22: Número de viviendas con distinta distribución

En la planta baja se encuentra el zaguán, el garaje, los cuartos de limpieza, contadores y telecomunicaciones y una piscina climatizada con ducha y baño público, además de las 2 viviendas nombradas anteriormente.

El solar sobre el cual está construido el bloque de viviendas consta de 577 m², según fuentes oficiales del Catastro. Mientras que la vivienda objeto consta de 88 m² construidos. Los datos Catastrales son:

Referencia catastral del solar: 8542056YK3084S

Referencia catastral de la vivienda: 8542056YK3084S0037DL

El edificio consta de una cimentación por zapatas aisladas sobre terreno rocoso, el cual no ha requerido mucha profundidad de excavación para llegar a una cota resistente. La estructura del edificio se resuelve mediante pilares y forjador unidireccionales, mientras que el vaso de la piscina descansa sobre una losa de hormigón, y los 2 ascensores también cuentan con una losa para rematar el foso de los mismos.

Centrando el estudio sobre esta vivienda correspondiente a la puerta 24, podemos obtener los siguientes datos, recogidos en la Tabla 6 de superficies:

ESTANCIA	SUPERFICIE CONSTRUIDA
SALON COMEDOR PASILLO	32.27
HABITACION B	8.77
BAÑO B	2.99
COCINA	5.39
BAÑO A	4.31
HABITACION A	16.22
TERRAZA	29.08

Tabla 23: Cuadro de Superficies

La superficie útil es de 69,95 m², las alturas libres entre 2,25 m y 2,7 m, y las alturas de los pasos por puertas y ventanas de 2,03 m.

6.1.4. Analisis constructivo del edificio

Cimentación: El tipo de cimentación existente no se puede verificar con exactitud, ya que para ello se necesitaría realizar una cata. Se estima el tipo de cimentación teniendo en cuenta el tipo de terreno. Debido a que el terreno es rocoso y bastante duro, se considera que la cimentación es a base de zapatas aisladas, ya que la superficie de apoyo de cada zapata es suficientemente robusta y firme para transmitir las cargas al terreno.

Tal y como se aprecia en la Figura 18, la zapata se ejecuta sobre un hormigón de limpieza que se utiliza para mejorar la planeidad del fondo de la zapata, para posteriormente verter el hormigón armado utilizando de encofrado el propio terreno. Se dejan las esperas del pilar para realizar el posterior solape y arranque del propio pilar. También se aprecia en la Figura 18, el inicio de la viga que soportará el forjado sanitario de planta baja. Para realizar dicha viga se ha rellenado y compactado hasta llegar a la altura correspondiente para verter el hormigón de limpieza y posteriormente se ha encofrado el lateral de la viga para verter el hormigón armado que forma la propia viga. Una vez realizado el forjado sanitario, se debería autonivelar y rematar el pavimento.

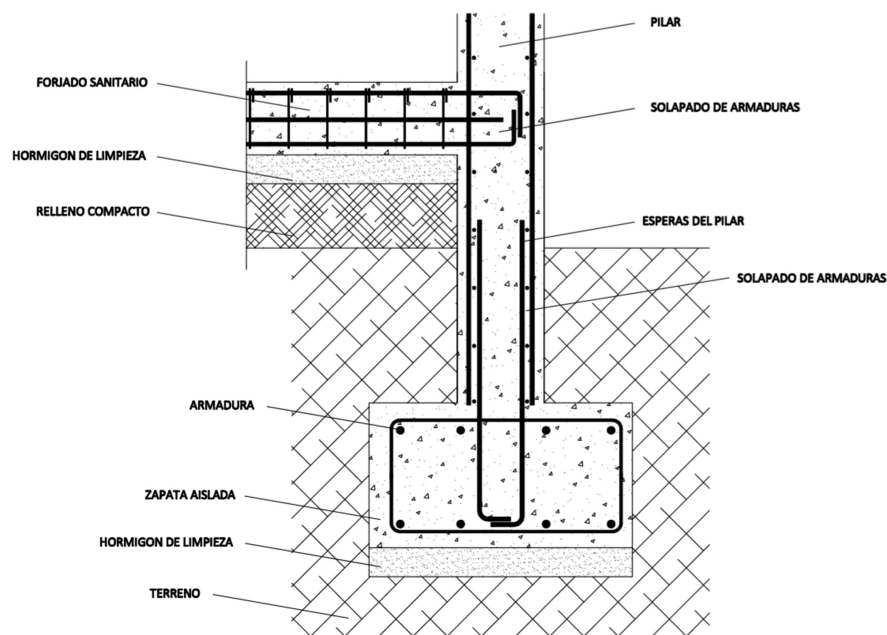


Figura 27: Sección de zapata aislada Fuente: Elaboración propia

Forjados: Se encuentran 3 tipos de forjado en el edificio, todos ellos rematados con las mismas características en cuanto al canto de forjado, mientras que los remates de aislamiento y pavimento si que existen pequeñas variaciones:

- Forjado planta baja: Forjado sanitario
- Forjado planta 1ª, 2ª, 3ª, 4ª: Forjado entre viviendas
- Forjado planta 5ª: Forjado de cubierta

Todos los forjados se rematan mediante un canto de 25cm compuesto de semiviguetas apoyadas sobre las vigas y bovedilla no recuperable entre los ejes con una distancia de 60 cm. Sobre toda esta estructura se hormigona con un mallazo en la parte superior para mejorar la rigidez de la superficie. En cuanto a los acabado en la parte superior del canto de forjado varían dependiendo del tipo de forjado.

Para el forjado sanitario y entre viviendas se aplica un aislamiento de lana de roca, y sobre esta, mortero de agarre para tomar la baldosa cerámica de la planta baja, en las zonas comunes o las viviendas, como se ve en la sección representada en la Figura 19.

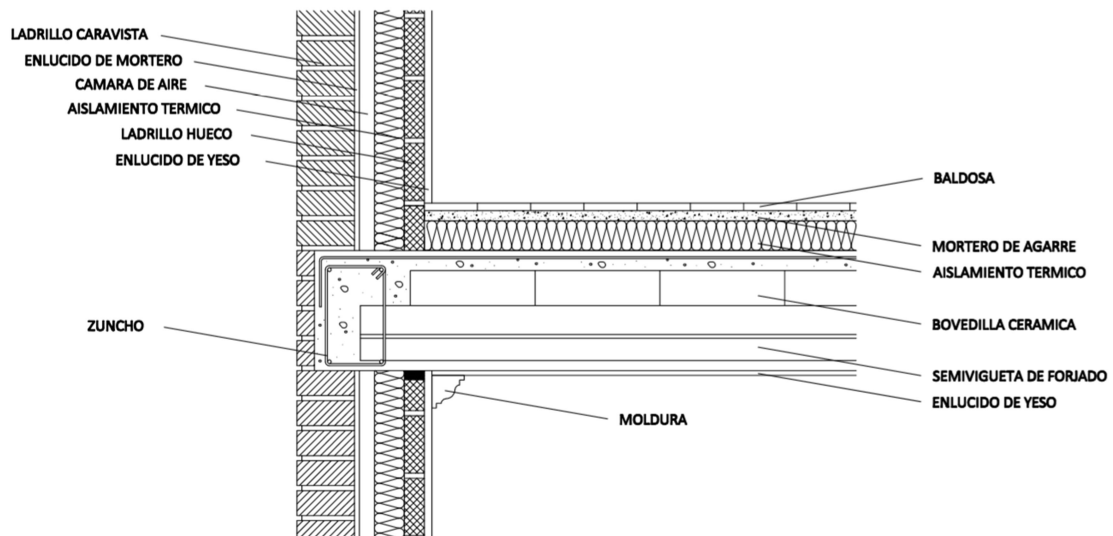


Figura 28: Sección de forjado vivienda

Fuente: Elaboración propia

Mientras que el forjado de cubierta se aplica, sobre el canto del forjado, un hormigón de áridos ligeros para crear pendiente, y sobre esta pendiente se aplica la barrera de vapor, el aislamiento térmico y una lámina impermeable que se sube por la vertical del muro para evitar filtraciones. Finalmente, se aplica una capa de mortero de agarre para rematar el pavimento de rasilla.

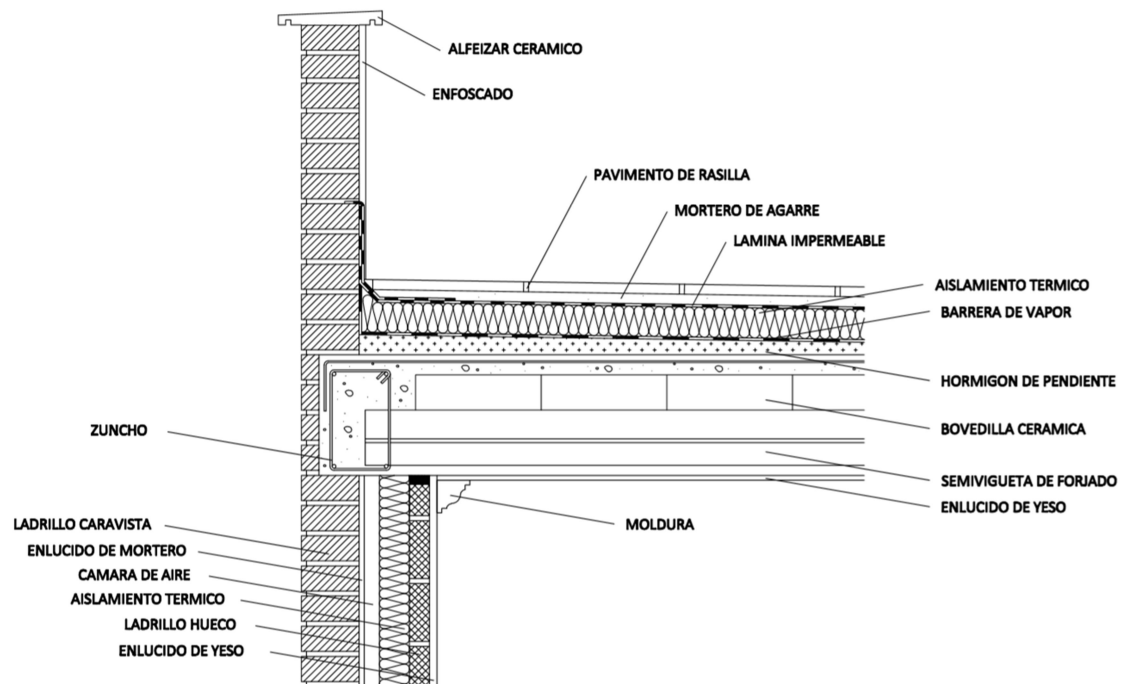


Figura 29: Sección de forjado cubierta

Fuente: Elaboración propia

Fachada: El muro de fachada se resuelve mediante un ladrillo de medio pie cara vista, tomado con mortero de agarre, con una capa de mortero en la parte posterior. Existe una cámara de aire entre la hoja exterior y la interior, y en esta cámara de aire hay una capa de lana de roca que actúa como aislante térmico. La hoja interior se resuelve con ladrillo hueco doble y una capa de enlucido de yeso en el interior.

Medianera: La medianera se resuelve de la misma forma que la fachada anterior, salvo una capa de mortero de cemento que se aplica por la cara exterior, eliminando el ladrillo de medio pie cara vista y dando un aspecto uniforme a la fachada, que se considera en un futuro deberá limitar con la construcción colindante. Aunque también se identifica como muro medianera a los cerramientos que unen con los patios de luces interiores.

Tabiquería con zona común y entre viviendas: Este tipo de tabiques separadores de usos o separadores de viviendas, se remata mediante un aislamiento de lana de roca en el centro y se delimita con ladrillo hueco doble y enlucido de yeso por cada cara del aislamiento central.

Tabiquería interior: Las particiones dentro de la misma vivienda se solucionan mediante una hoja de ladrillo hueco doble y un enlucido de yeso a cada cara, con el fin de aportar un acabado liso por cada lado de la hoja.

Carpinterías exteriores: La carpintería que se encuentra en la vivienda es de aluminio simple, sin rotura de puente térmico, con un vidrio doble transparente, sin ningún tratamiento térmico ni acústico. La Tabla 6 muestra el detalle por estancias:

ESTANCIA	VENTANAS (% MARCO)	BALCONERAS (% MARCO)
<p>Salon Comedor Pasillo</p> 	<p>1 (20%)</p>	<p>2 (9%)</p>
<p>Cocina</p> 	<p>1 (15%)</p>	<p>0</p>




Habitacion A 	0	1 (15%)
Habitacion B 	1 (14%)	0
Baño 	1 (25%)	0
Aseo	0	0

Tabla 24: Carpinterías en la vivienda

Climatización: Existe instalada sobre el aseo una maquina interior de climatización centralizada, que mediante conductos situados en el falso techo del pasillo se dirige a las zonas de habitacion A, habitacion B y salon comedor, esta ultima con 2 puntos de climatización.

El termostato digital se encuentra en la esquina cercana al final del pasillo, y la unidad exterior del aire se ha instalado sobre la fachada de la terraza, como se aprecia en la Figura 21.

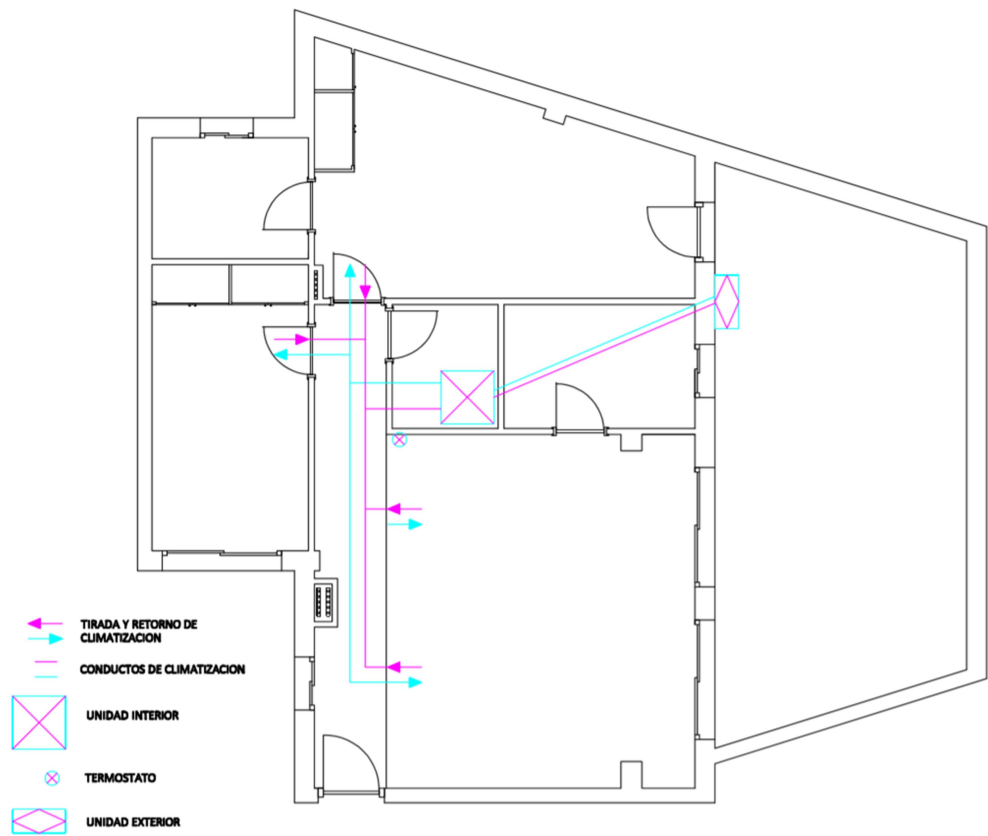
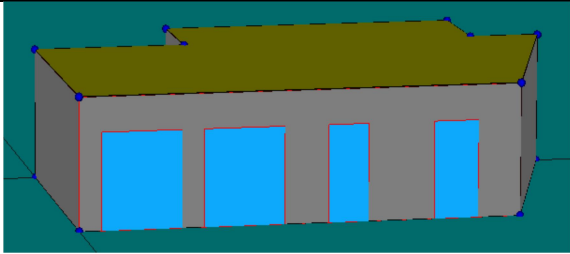


Figura 30: Instalación de climatización (Fuente: Elaboración propia)

7.2 Diagnóstico del comportamiento energético

Se realiza un estudio exhaustivo del estado actual de la vivienda. Teniendo en cuenta las características mencionadas anteriormente, se analiza respecto a la normativa vigente DB-CTE-HE1 2018 aprobada recientemente. Para ello se reúnen todos los datos necesarios para calcular los valores límites de transmitancia térmica global y factor solar de la envolvente. Con la herramienta de análisis energético HULC en su versión de pruebas 2018 adaptada al nuevo DB-CTE-HE1 2018 se realizará la simulación del edificio.

A continuación, en la Tabla 7, se muestran los 4 paramentos verticales que forman la envolvente térmica de la vivienda.

Fachada	Características	Imagen HULC
Norte	Contiene 4 huecos y su tipo de muro es el descrito anteriormente como fachada	

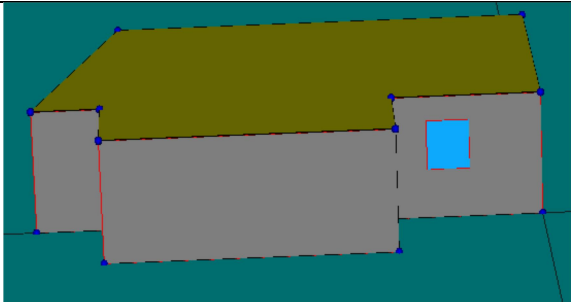
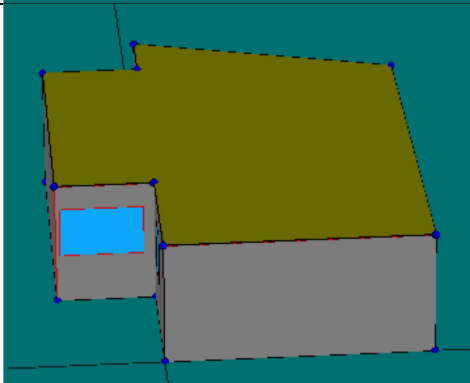
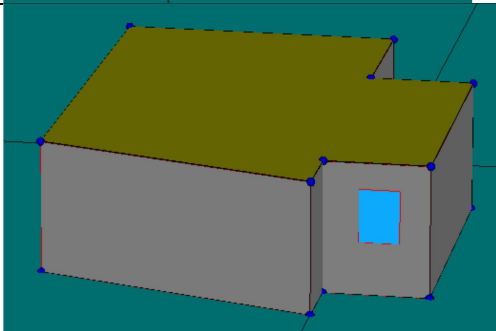
Sur	Contiene 1 hueco en el tipo de muro descrito como medianera, mientras que gran parte de esta orientación tiene un tipo de muro de tabiquen en contacto con otra vivienda.	
Este	Contiene 1 hueco en el tipo de muro descrito como medianera, mientras que gran parte de esta orientación tiene un tipo de muro de tabiquen en contacto con otra vivienda.	
Oeste	Contiene 1 hueco y el tipo de muro es todo de medianera.	

Tabla 25: Orientación de muros

En cuanto a la planta de la vivienda queda resuelta mediante el forjado de cubierta, se considera transitable y comunitario.

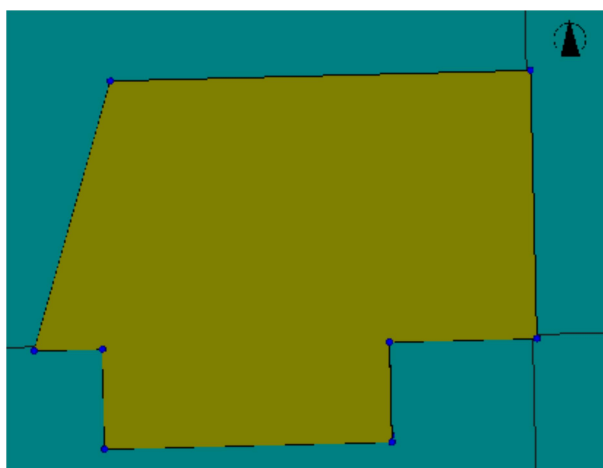


Figura 31: Imagen de HULC de la planta cubierta

Se tienen en cuenta también los efectos de sombra que se crean sobre la vivienda, así se muestran sobre esta imagen todos los elementos que generan sombra, que se centran en el patio de luces interior y los muros laterales de la terraza.

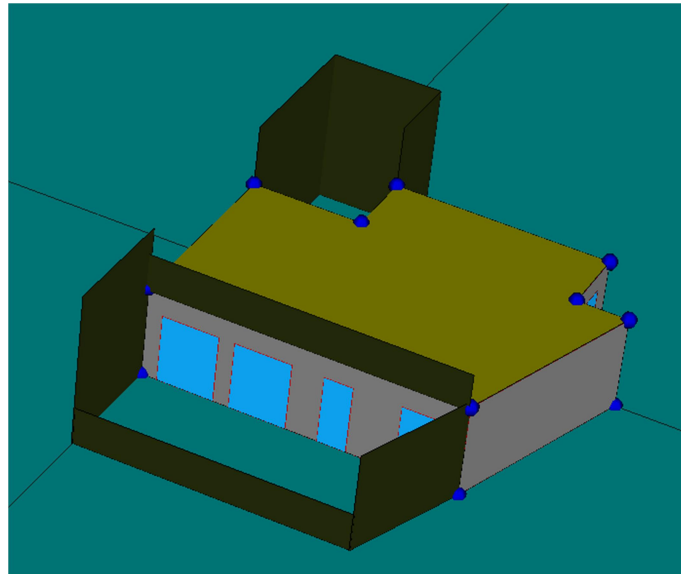


Figura 32: Imagen de HULC de las sombras

A continuación, se detallan los elementos constructivos que forman parte de la envolvente térmica de la vivienda, y sus características.

Forjado inferior: con un valor de transmitancia total de $0,41 \text{ W/m}^2\text{K}$, cumpliendo así el valor límite indicado para dicho elemento según la tabla 3.1.1a – HE1 que indica valor límite $1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$. No obstante, los valores aconsejables que se indican en la tabla a – Anejo E, para este elemento nos recomiendan una transmitancia de $0,38 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Espesor total = 36cm.

Nombre **FORJADO INFERIOR**

Composición del Cerramiento:

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Plaqueta o baldosa cerámica	0,020	1,000	2000	800	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,020	0,550	1125	1000	
3	MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0,060	0,031	40	1000	
4	FU Entrevigado cerámico -Canto 250 mm	0,250	0,908	1220	1000	
5	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,010	0,570	1150	1000	
6						

Grupo Material **Cerámicos**

Material **Plaqueta o baldosa cerámica** 0,020 Espesor (m)

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U 0,41 W/(m²K)

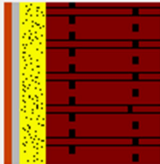


Figura 33: Imagen de HULC de la sección del forjado inferior y su transmitancia

Forjado de cubierta: con un valor de transmitancia total de 0.39 kwh/m2.año, cumpliendo así el valor límite indicado para dicho elemento según la tabla 3.1.1a – HE1 que indica valor límite 0.65 W/m2K . Aunque si nos fijamos en los valores aconsejables que se indican en la tabla a – Anejo E, para este elemento nos recomiendan una transmitancia de 0.33 W/m2K.

Espesor total = 44cm.

Nombre **FORJADO CUBIERTA**

Composici3n del Cerramiento:

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.T3rmica
1	Plaqueta o baldosa cer3mica	0,020	1,000	2000	800	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,020	0,550	1125	1000	
3	Bet3n fieltro o l3mina	0,010	0,230	1100	1000	
4	MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0,060	0,031	40	1000	
5	Bet3n fieltro o l3mina	0,010	0,230	1100	1000	
6	Hormig3n con 3ridos ligeros 1600 < d < 1800	0,060	1,150	1700	1000	
7	FU Entrevigado cer3mico -Canto 250 mm	0,250	0,908	1220	1000	
8	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,010	0,570	1150	1000	
9						

Grupo Material **Cer3micos**

Material **Plaqueta o baldosa cer3mica** 0,020 Espesor (m)

Añadir **Cambiar** **Eliminar** **Subir** **Bajar**

U **0,39** W/(m²K)

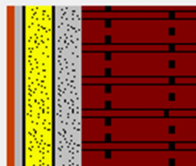


Figura 34: Imagen de HULC de la secci3n del forjado de cubierta y su transmitancia

Fachada: con un valor de transmitancia total de 0.37 kwh/m2.año, cumpliendo as3 el valor l3mite indicado para dicho elemento seg3n la tabla 3.1.1a – HE1 que indica valor l3mite 1.00 W/m2K . Aunque si nos fijamos en los valores aconsejables que se indican en la tabla a – Anejo E, para este elemento nos recomiendan una transmitancia de 0.38 W/m2K.

Espesor total = 28.5cm.

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm < G < 80	0,115	0,567	1020	1000	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,010	0,550	1125	1000	
3	Cámara de aire sin ventilar vertical 2 cm					0,170
4	MW Lana mineral [0.031 W/(mK)]	0,060	0,031	40	1000	
5	Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0,070	0,432	930	1000	
6	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,010	0,570	1150	1000	
7						

Grupo Material

Material

Espesor (m)

U W/(m²K)

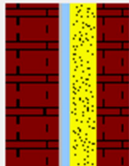


Figura 35: Imagen de HULC de la sección de fachada y su transmitancia

Medianera: con un valor de transmitancia total de 0.37 kwh/m2.año, cumpliendo así el valor límite indicado para dicho elemento según la tabla 3.1.1a – HE1 que indica valor límite 1.00 W/m2K . Aunque si nos fijamos en los valores aconsejables que se indican en la tabla a – Anejo E, para este elemento nos recomiendan una transmitancia de 0.38 W/m2K.

Espesor total = 29.5cm.

Nombre

Composición del Cerramiento:

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).

Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,010	0,550	1125	1000	
2	1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm < G < 80	0,115	0,567	1020	1000	
3	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,010	0,550	1125	1000	
4	Cámara de aire sin ventilar vertical 2 cm					0,170
5	MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0,060	0,031	40	1000	
6	Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0,070	0,432	930	1000	
7	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,010	0,570	1150	1000	
8						

Grupo Material

Material

Espesor (m)

U W/(m²K)

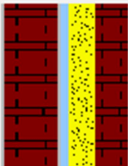


Figura 36: Imagen de HULC de la sección de medianera y su transmitancia

Tabiquería en contacto con otras viviendas o zonas comunes: con un valor de transmitancia total de 0.41 kwh/m2.año, cumpliendo así el valor límite indicado para dicho elemento según la tabla 3.2a – HE1 que indica valor límite 1.10 W/m2K. Para este tipo de elementos no se aconsejan un valores óptimos como hemos visto en el resto de elementos, ya que este tipo de muros interiores conectan espacios habitables y se consideran menos importantes a la hora del resultado global de la envolvente térmica.

Espesor total = 22cm.

Nombre

Composición del Cerramiento:

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).

Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,010	0,570	1150	1000	
2	Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0,070	0,432	930	1000	
3	MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0,060	0,031	40	1000	
4	Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0,070	0,432	930	1000	
5	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,010	0,570	1150	1000	
6						

Grupo Material

Material Espesor (m)

U W/(m²K)

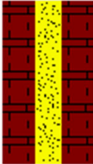


Figura 37: Imagen de HULC de la sección tabiquerías separación con otras viviendas y zonas comunes y su transmitancia

Tabiquería interior: con un valor de transmitancia total de 2.26 kwh/m2.año, no cumpliendo así el valor límite indicado para dicho elemento según la tabla 3.2a – HE1 que indica valor límite 1.20 W/m2K.

Espesor total = 10cm.

Nombre:

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Yeso dureza media 600 < d < 900	0,020	0,300	750	1000	
2	Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0,060	0,432	930	1000	
3	Yeso dureza media 600 < d < 900	0,020	0,300	750	1000	
4						

Grupo Material:

Material: Espesor (m):

U: W/(m²K)




Figura 38: Imagen de HULC de la sección de la tabiquería interior y su transmitancia

Ventanas: aluminio sin rotura de puente térmico, con vidrio doble sin ningún tratamiento específico. Con una transmitancia de marco de 5.7 W/m²K y de vidrio de 2.8 W/m²K, siendo la proporción de la ventana marco 12% y vidrio 88%. Tenemos un resultado final de la ventana en conjunto de 3.15 W/m²K, cumpliendo así el límite establecido en la normativa de 3.2 W/m²K. Aunque no llegamos a la transmitancia de huecos recomendada en la tabla a – Anejo E, de 2.70 W/m²K.

Todas las ventanas cuentan con persianas, por lo que ya se considera un elemento importante a la hora de los resultados de control solar exigidos por el CTE-HE1. Por el interior si que podemos observar en la descripción de la vivienda que cuentan con estores o cortinas, pero para la simulación de la vivienda no los vamos a tener en cuenta ya que estos objetos no son relevantes para la comprobación final del factor solar.

The screenshot shows the 'Ventanas' (Windows) group in the HULC software. The 'Nombre' (Name) field is set to 'Ventana aluminio'. Under the 'Propiedades' (Properties) section, the 'Grupo Vidrio' (Glass Group) is 'Dobles en posición vertical' and the 'Vidrio' (Glass) is 'VER_DC_4-12-4'. The 'Grupo Marco' (Frame Group) is 'Metálicos en posición vertical' and the 'Marco' (Frame) is 'VER_Normal sin rotura de puente térmico'. The '% hueco cubierto por el marco' (Percentage of opening covered by the frame) is set to 12,00. There is a checkbox for '¿Es una puerta?' (Is it a door?) which is unchecked. The 'Permeabilidad al aire' (Air permeability) is set to 50,00 m³/hm² a 100 Pa. An 'Aceptar' (Accept) button is at the bottom right.

Figura 39: Imagen de HULC de la sección de la carpintería exterior y su transmitancia

Una vez establecidos todos los elementos que forman parte de la envolvente de la vivienda, se pasa a estudiar los valores límites de transmitancia global y factor solar.

Transmitancia global: Teniendo en cuenta el volumen de la vivienda y la superficie de la envolvente, se obtiene un valor $K = 2,5$, por lo que el programa interpola este resultado para obtener el límite de transmitancia global, resultando $0.66 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Factor solar: El valor límite de factor solar viene dado mediante la tabla (3.1.2 Valor límite de factor solar) para uso residencial privado es de $2 \text{ kWh/m}^2/\text{mes}$.

La Figura 40 muestra los incumplimientos de la vivienda objeto de simulación.

Verificación Requisitos Mínimos CTE-HE-2018

Calidad de la envolvente térmica

Demanda

Transmitancia térmica global, K (W/m²K)

0,81

0,66

NO CUMPLE

Control solar, Q_sol_jul/Autil (kWh/m²/mes)

5,88

2,00

NO CUMPLE

Superficie útil de los espacios, Autil (m²)

171,35

Superficie de cerramientos opacos, Aopacos (m²)

188,06

Superficie de huecos, Ahuecos (m²)

16,54

Longitud de puentes térmicos, Lpt (m)

149,02

Detalle por componentes:

Huecos

Opacos

Puentes Térmicos

Espacios

Núm.	Nombre	Área (m²)	U (W/m²K)	Orientación	% Marco	g_gl;wi	g_gl;sh,wi	F_sh;obst	Ganancia_jul (kWh/m²)
1	P01_E01_PE002_V1	3,96	3,23	N	15,00	0,75	1,00	0,98	50,53
2	P01_E01_PE002_V2	3,96	3,23	N	15,00	0,75	1,00	0,98	50,53
3	P01_E01_PE002_V3	1,98	3,23	N	15,00	0,75	1,00	0,98	50,53
4	P01_E01_PE002_V4	2,20	3,23	N	15,00	0,75	1,00	0,98	50,53
5	P01_E01_PE005_V1	1,08	3,23	O	15,00	0,75	1,00	0,99	98,97
6	P01_E01_PE007_V1	2,16	3,23	E	15,00	0,75	1,00	0,95	93,82
7	P01_E01_PE008_V1	1,20	3,23	S	15,00	0,75	1,00	0,95	72,31

Figura 40: Imagen de HULC del incumplimiento de K y Q

Cabe destacar que el resultado nos aporta un detalle de cada componente a modo de tabla, facilitando así la rápida visualización de los elementos y poder hallar rápidamente los puntos más desfavorables de la envolvente.

Con estos resultados se puede concluir, que la exigencia tanto en transmitancia global de la envolvente y el factor solar son elevadas, sobre todo teniendo en cuenta que se trata de una construcción del año 2010 en la que se han utilizado buenos materiales, tal como se observa en las transmitancias resultantes de cada tipología de muro. Sin embargo, de acuerdo a las nuevas exigencias, no se llega a cumplir con el valor límite de transmitancia térmica global.

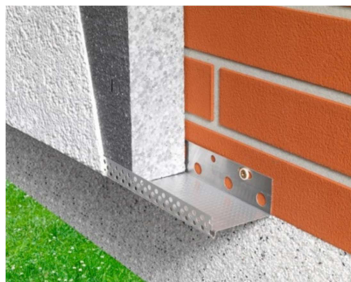
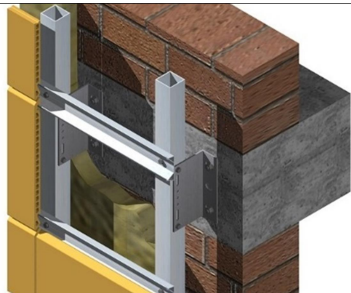

En cuanto al control solar, aunque el borrador de la norma 2018 indique en el punto 3.1.2 Control solar de la envolvente, que las protecciones móviles se consideran activas a la hora de generar el resultado, observamos como el valor real obtenido dista mucho del valor límite establecido, por lo que nos exige mejorar la exposición de los huecos al sol. Para ello se considerará instalar elementos de protección solar adicionales a las persianas en las orientaciones de fachada pertinentes.

Era de esperar que los resultados no cumplieran con la normativa del 2018, ya que se trata de una vivienda de construcción anterior al 2013, por lo que fue construida para cumplir con la normativa de eficiencia energética del año 2006.

7.3 Posibles mejoras a nivel de rehabilitación energética.

7.3.1 Mejora del cerramiento vertical

Se puede hablar en general de 3 formas de intervención, adecuándose más una u otra a cada caso. De manera resumida se recogen en la Tabla 8:

1. Tratamiento del muro actuando por la parte exterior:	
1.a. SATE (Sistema de Aislamiento Térmico Exterior).	
<p>Se crea un forro por el exterior del muro de un material aislante como pueden ser las placas de EPS poliestireno expandido, que se anclan al muro mecánicamente con unas placas de anclaje que ejercen de soporte. Para luego aplicar el acabado del muro exterior sobre el aislamiento.</p> <p>Ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se eliminan los posibles puentes térmicos - No es necesario actuar por el interior de la vivienda - No afecta a la superficie útil de la vivienda - Se eliminan humedades por condensación y moho - Se mejora la estética del muro 	
1.b. Fachada ventilada	
<p>Consiste en forrar el muro por el exterior con una capa de aislamiento y mediante unas guías verticales sujetar el revestimiento cerámico, metálico... separado del aislamiento térmico mediante una cámara de aire.</p> <p>Ventajas: las mismas que en el caso anterior, aportando la ventaja de la creación de la cámara de ventilación, si bien es una solución más costosa económicamente.</p>	
2. En el interior de la cámara de aire	
2.b Inyección de material aislante en la cámara	
<p>2.b.1 Inyección de espuma de poliuretano con dióxido de carbono CO₂, mediante taladros realizados en el tabique interior cada 50 cm de distancia con el fin de rellenar toda la cámara de este material aislante, e incluso capaz de sellar cualquier orificio en el encuentro con los huecos y la carpintería, de esta forma nos aseguramos un completo sellado de la cámara.</p> <p>Ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - No requiere mantenimiento - Bajo coste - Ejecución rápida y limpia 	

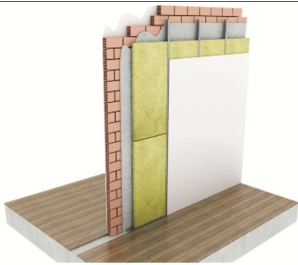
<ul style="list-style-type: none"> - No afecta a la superficie útil de la vivienda. <p>Desventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - No se eliminan los puentes térmicos - Resultado no visible, es posible que no esté bien ejecutado <p>2b.2 Inyección de lana mineral o celulosa en la cámara de aire, ya que se trata de un material aislante. Aunque siendo una solución muy parecida al punto 2.a debemos tener en cuenta que para climas húmedos no es buena solución, debido a que el material no es compatible con la humedad.</p> <p>Mismas ventajas e inconvenientes que el caso anterior.</p>	
<p>3. Trasdoso tabique por el interior</p>	
<p>Paneles aislantes de planchas de lanas minerales o poliestireno extruido.</p> <p>Ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Facilidad de montaje <p>Desventaja:</p> <ul style="list-style-type: none"> - No se eliminan los puentes térmicos - Reduce el espacio útil de la vivienda 	

Tabla 26: Soluciones genéricas de rehabilitación de muros

7.3.2 Mejora de los forjados

1. Tratamiento por la cara superior del forjado:	
<p>Colocar planchas de EPS poliestireno expandido por la cara superior del forjado, para posteriormente rematar con un mortero de agarre a la baldosa.</p> <p>Ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alto nivel de aislamiento - Mejora de la sensación térmica del suelo - No requiere mantenimiento <p>Desventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elevación del nivel del suelo (4cm aprox.) - Coste de adaptar toda la cubierta plana superior - Afecta a otros vecinos 	
2. Tratamiento por la cara inferior del forjado:	
<p>Colocar planchas de EPS poliestireno expandido por la cara inferior del forjado, para posteriormente rematar con placas de yeso o un enlucido de yeso, dependiendo de la estancia de la vivienda.</p> <p>Ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - No requiere mantenimiento - Ejecución rápida y limpia - Alto nivel de aislamiento <p>Desventaja:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Disminución de la altura libre de la vivienda (4cm aprox.) 	
3. Tratamiento por la cámara de aire de la cubierta*	
<p>Colocación de lana de roca sobre forjado, en el caso de tratarse de una buhardilla o cámara ventilada donde se encuentran los tabiquillos palomeros que dan pendiente a la cubierta.</p> <p>Ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - No requiere mantenimiento - Ejecución rápida y limpia - Alto nivel de aislamiento 	
<p>*Se describe como una solución genérica, pero en el caso de nuestra vivienda objeto no es de aplicación, ya que no se dispone de una solución de cubierta inclinada.</p>	

Tabla 27: Soluciones genéricas de rehabilitación de forjados

7.3.3 Mejora de los huecos

<p>1. Toldos</p> <p>Instalación de toldos, para mejorar el control solar de los huecos. Colocando los toldos sobre las ventanas.</p> <p>Ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Protección solar directa - Fácil instalación - Protección frente a la lluvia - Reducción de sensación térmica por el efecto sombra que genera <p>Desventaja:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento constante frente a la exposición al viento - Accionamiento manual incomodo
<p>2. Contraventanas exteriores con lamas</p> <p>Instalación de mallorquinas en la cara exterior de las ventanas, con el fin de controlar el factor solar mediante el accionamiento de sus lamas móviles.</p> <p>Ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Protección solar directa - Aumento de la seguridad - Opción de ventilación con regulación de lamas <p>Desventaja:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Atención constante para su activación
<p>3. Contraventanas interiores*</p> <p>Instalación de contraventanas interiores, se ejecutan al hueco del vidrio y son elementos capaces de tapar por completo la luz. Su accionamiento es manual y su posición solo puede ser abierta o cerrada.</p> <p>Ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tapa la luz por completo - Evita la entrada o salida de energía térmica <p>Desventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Producto caro - No se puede instalar en correderas - No permite ventilar con su apertura <p>*Esta solución no es posible para algunas de las ventanas que encontramos en nuestra vivienda objeto.</p>

Tabla 28: Soluciones genéricas de reducción del control solar

7.3.4 Mejora de las carpinterías

1. Ventanas de madera	
<p>Sustitución de ventanas existentes por ventanas de madera, con el fin de mejorar la transmitancia térmica, con triple vidrio control solar + bajo emisivo para reducir la incidencia del sol en la vivienda.</p> <p>Ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Calidad del producto alta - Vidrio con buenas prestaciones - Aislamiento acústico - Vidrio con muy buenas prestaciones <p>Desventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Producto caro - Mantenimiento constante - Uniones mecánicas de esquinas 	
2. Ventanas de aluminio con rotura de puente térmico	
<p>Sustitución de ventanas existentes por ventanas de aluminio RPT, con el fin de mejorar la transmitancia térmica, y con doble vidrio control solar + bajo emisivo para reducir la incidencia del sol en la vivienda.</p> <p>Ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Calidad del producto alta - Vidrio con buenas prestaciones - Aislamiento acústico - Estética de hoja oculta <p>Desventaja:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aislamiento térmico medio - No permite triple vidrio - Uniones mecánicas de esquinas 	
3. Ventanas de PVC	

<p>Sustitución de ventanas existentes por ventanas de PVC con 6 cámaras de aire y refuerzo de fibra de vidrio, con el fin de mejorar la transmitancia térmica, con triple vidrio control solar + bajo emisivo para reducir la incidencia del sol en la vivienda.</p> <p>Ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Calidad del producto muy alta Vidrio con muy buenas prestaciones Alto nivel de aislamiento térmico Aislamiento acústico Uniones de esquina soldadas 	
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Todos los cambios de carpintería planteados incluyen también la sustitución del cajón de persiana.

Tabla 29: Soluciones genéricas de mejora de carpinterías

7.4 Selección de las mejoras más adecuadas

Para el cumplimiento de la normativa trataremos de realizar mejoras en todos los elementos constructivos de la vivienda, ya que los resultados no se aproximan a los límites establecidos por la normativa. Para ello trataremos las soluciones óptimas para cada elemento, adecuadas al caso objeto de estudio.

7.4.1 Mejoras en cerramientos verticales

Fachada: se ha seleccionado la opción de tratamiento exterior de muro, ya que debemos actuar sobre los frentes de forjado para mejorar la calidad térmica de los puentes térmicos que se generan en esa zona. Así que hemos aplicado sobre la fachada existentes unas láminas de poliestireno expandido de alta densidad tomadas mecánicamente al ladrillo caravista, y sobre esta capa se aplica mortero de agarre para rematar el nuevo aspecto de la fachada con placas cerámicas.

Cabe destacar que el retranqueo que existe en la fachada de la vivienda, con una parte de terraza privativa (ver Figuras 11 y 12), permitiría aplicar un nuevo tratamiento a la fachada, que no quedaría a la vista desde la calle, lo cual no alteraría la estética del edificio, y la superficie de fachada solo quedaría vista para el usuario de la vivienda.

Con esta mejora, los datos que arroja el programa HULC Tras esta mejora sobre la fachada, logramos los siguientes resultados, reflejados en la Figura 31. Espesor total = 35.5cm.

Nombre

Composición del Cerramiento:

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Plaqueta o baldosa cerámica	0,020	1,000	2000	800	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,010	0,550	1125	1000	
3	EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	0,040	0,029	30	1000	
4	1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm < G < 80	0,115	0,567	1020	1000	
5	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,010	0,550	1125	1000	
6	Cámara de aire sin ventilar vertical 2 cm					0,170
7	MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0,060	0,031	40	1000	
8	Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0,070	0,432	930	1000	
9	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,010	0,570	1150	1000	
10						

Grupo Material

Material Espesor (m)

U W/(m²K)

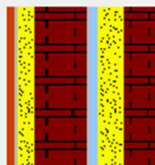


Figura 41: Imagen de HULC con aplicación de SATE en fachada

Medianera: Al igual que se ha aplicado un tratamiento de aislamiento por el exterior en fachada, también se aplica sobre la medianera, con la única diferencia que en lugar de rematar con placa cerámica, se ha tenido que rematar con mortero de cemento para conservar la estética del edificio.

Tras la aplicación de la mejora, los resultados son los siguientes. Espesor total = 32.5cm.

Nombre **MEDIANERA**

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,010	0,550	1125	1000	
2	EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	0,020	0,029	30	1000	
3	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,010	0,550	1125	1000	
4	1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm< G < 80	0,115	0,567	1020	1000	
5	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,010	0,550	1125	1000	
6	Cámara de aire sin ventilar vertical 2 cm					0,170
7	MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0,060	0,031	40	1000	
8	Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0,070	0,432	930	1000	
9	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,010	0,570	1150	1000	
10						

Grupo Material **Fábricas de ladrillo**

Material **1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm< G < 80 mm** Espesor (m)

U W/(m²K)

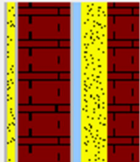


Figura 42: Imagen de HULC con aplicación de SATE en medianera

Tabiquería con zona común: Se ha aplicado un tratamiento a la superficie interior de la vivienda mediante placas de poliestireno expandido de alta densidad, sobre el cual se ha enlucido de yeso para lograr el mismo acabado en el interior de la vivienda. Espesor total = 25cm.

Nombre

Composición del Cerramiento:

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).

Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,010	0,570	1150	1000	
2	Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0,070	0,432	930	1000	
3	MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0,060	0,031	40	1000	
4	Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0,070	0,432	930	1000	
5	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,010	0,570	1150	1000	
6	EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	0,020	0,029	30	1000	
7	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,010	0,570	1150	1000	
8						

Grupo Material

Material

Espesor (m)

U W/(m²K)




Figura 43: Imagen de HULC con aplicación de trasdosado interior en tabiquería de separación de espacios

Cabe señalar que la tabiquería interior que une mismo tipo de uso, no se ha visto mejorada, ya que su composición no permite ninguna mejora que no afecte a la superficie interior, y consideramos no reducir la superficie útil de la vivienda en el mejor de los casos. Y se considera suficiente con las mejoras realizadas en los elementos con más importancia de la envolvente.

Las modificaciones de los elementos se resumen en la siguiente Tabla 12:

ELEMENTO	ORIGINAL	MEJORA	MEJORA
Fachada	0.37 W/m2K	0.24 W/m2K	-0.13 W/m2K
Medianera	0.37 W/m2K	0.29 W/m2K	-0.08 W/m2K
Tabiquería Zona C.	0.41 W/m2K	0.32 W/m2K	-0.09 W/m2K

Tabla 30: Mejora alcanzada en cerramientos verticales

7.4.2 Mejoras en forjados

Forjado de la cubierta: es el elemento con mayor superficie y como consecuencia de esto, uno de los elementos más significativos del resultado final de la transmitancia, por lo que se trata de aplicar una mejora adecuada. Para ello se ha aprovechado que las alturas libres de la vivienda son de 2,7 m las zonas que no disponen de falso techo, por lo que se aplica un tratamiento a la superficie interior del forjado de cubierta. La mejora consiste en la aplicación de placas de poliestireno expandido de alta densidad sobre el actual enlucido de yeso de forma mecánica, para posteriormente enlucir la superficie con yeso de nuevo. Para las zonas

donde se disponga de falso techo, esta solución se aplicara en el interior de la cámara del falso techo y no requerirá del enlucido posterior, ya que se queda oculto por las placas del falso techo. Espesor total = 50 cm.

Nombre **FORJADO SUPERIOR**

Composición del Cerramiento:

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Plaqueta o baldosa cerámica	0,020	1,000	2000	800	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,010	0,550	1125	1000	
3	Betún fieltro o lámina	0,003	0,230	1100	1000	
4	MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0,060	0,031	40	1000	
5	Betún fieltro o lámina	0,003	0,230	1100	1000	
6	Hormiçón con áridos ligeros 1600 < d < 1800	0,060	1,150	1700	1000	
7	FU Entrevigado de hormiçón aligerado -Canto	0,250	1,000	1230	1000	
8	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,010	0,570	1150	1000	
9	EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	0,020	0,029	30	1000	
10	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,010	0,570	1150	1000	

Grupo Material Cerámicos

Material Plaqueta o baldosa cerámica

0,020 Espesor (m)

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U 0,31 W/(m²K)

Figura 44: Imagen de HULC con aplicación de trasdosado interior en forjado cubierta

Forjado inferior: al tratarse de un forjado que conecta con una vivienda en la parte inferior, se considera que la zona exterior de este forjado está a la temperatura de confort de una vivienda, por lo que no será necesario mejorar este elemento. Se considera como adiabático en la herramienta HULC.

Las modificaciones de los elementos se resumen en la siguiente tabla 13:

ELEMENTO	ORIGINAL	MEJORA	MEJORA
Forjado cubierta	0.37 W/m2K	0.31 W/m2K	-0.06 W/m2K
Forjado sanitario	0.41 W/m2K	-	-

Tabla 31: Mejora alcanzada en forjados

7.4.3 Mejoras en carpinterías

Carpintería: La mejora en los elementos de carpintería exterior se ha realizado mediante la sustitución de los elementos actuales de aluminio sin RPT, a carpintería de PVC con 6 cámaras y refuerzo interior de fibra de vidrio. El vidrio con el que van equipadas estas nuevas ventanas es un 4/16/4/16/4 con láminas térmicas de control solar + bajo emisivo y las cámaras con gas

argón al 90%. Tratándose de una mejora importante aún no se cumpliría con el límite exigido de factor solar, por lo que se considera introducir elementos de protección solar en los huecos necesarios para cumplir con el valor límite que se establece.

Por ello, se ha aplicado una solución exterior de huecos con mallorquinas de lama móvil, de forma que junto con la persiana ya existente de las carpinterías, se logra cumplir con los valores límites establecidos de control solar.

Figura 45: Imagen de HULC con aplicación de nuevas carpinterías

Las modificaciones de los elementos se resumen en la siguiente tabla 14:

ELEMENTO	MARCO	VIDRIO	TOTAL
Ventana de aluminio	5.7 W/m ² K	2.8 W/m ² K	3.15 W/m ² K
Ventana de PVC	0.98 W/m ² K	0.6 W/m ² K	0.64 W/m ² K

Tabla 32: Mejora alcanzada en carpinterías

Teniendo en cuenta que la proporción de marco y hoja respecto al hueco total es de 12% en el caso de la ventana de aluminio y del 10% en el caso de la ventana de PVC.

7.5 Diagnóstico final del comportamiento energético

Después de realizar todas las mejoras constructivas sobre la envolvente térmica y huecos de la vivienda obtenemos los siguientes resultados, respecto al cumplimiento de la transmitancia global y el control solar de la norma DB CTE HE1 2018.

En cuanto al resultado final del estudio, una vez aplicadas las mejoras descritas anteriormente, se puede observar cómo se ha conseguido reducir la transmitancia térmica global de la envolvente, de forma que no se supera el valor límite establecido por la norma de 0,66 (w/m²k). Y en cuanto al control solar de los huecos también han resultado positivos los

cambios aplicados, y de esta forma logramos reducir la incidencia solar en la vivienda, no llegando al valor límite que indica la norma de 2.00 (kWh/m2/mes).

Calidad de la envolvente térmica | Demanda

Transmitancia térmica global, K (W/m²K)	0,56	0,66	CUMPLE
Control solar, Q_sol_jul/Autil (kWh/m²/mes)	0,65	2,00	CUMPLE
Superficie útil de los espacios, Aútil (m²)	171,35		
Superficie de cerramientos opacos, Aopacos (m²)	187,82		
Superficie de huecos, Ahuecos (m²)	16,78		
Longitud de puentes térmicos, Lpt (m)	149,02		

Valores límite

Huecos

Opacos

Puentes Térmicos

Espacios

Núm.	Nombre	Área (m²)	U (W/m²K)	Orientación	% Marco	g_gl;wi	g_gl;sh,wi	F_sh;obst	Ganancia_jul (kWh/m²)
1	P01_E01_PE002_V1	3,96	0,66	N	15,00	0,40	1,00	0,13	6,76
2	P01_E01_PE002_V2	3,96	0,66	N	15,00	0,40	1,00	0,13	6,89
3	P01_E01_PE002_V3	1,98	0,66	N	15,00	0,40	1,00	0,13	6,91
4	P01_E01_PE002_V4	2,20	0,66	N	15,00	0,40	1,00	0,13	6,80
5	P01_E01_PE005_V2	1,08	0,66	O	15,00	0,40	0,40	0,08	3,22
6	P01_E01_PE007_V1	2,40	0,66	E	15,00	0,40	1,00	0,07	7,01
7	P01_E01_PE008_V1	1,20	0,66	S	15,00	0,40	1,00	0,09	7,00

Figura 46: Imagen de HULC, valores con aplicación de nuevas soluciones

Una vez hallado este resultado ya podemos comprobar la demanda energética que sería necesaria para asegurar una temperatura de confort durante todo el año. Para ello es esencial analizar el punto más desfavorable de la envolvente que lo encontramos en los huecos, debido a que son los elementos con mayor transmitancia. Los huecos están solucionados con un vidrio control solar y bajo emisivo que evita la entrada de calor mediante la radiación solar, y también mantiene la temperatura que se genere en el interior ya sea caliente o fría. Solo destacar que la fachada con orientación norte solo dispone de la propiedad térmica baja emisividad con el fin de no limitar la entrada de calor procedente de la radiación solar, debido a que esta orientación no tiene una gran incidencia solar y para meses fríos es aconsejable eliminar esta barrera solar.

En los resultados observamos como la demanda de calefacción es muy baja, lo que significa que con la entrada de calor que se logre conseguir con los accionando los elementos móviles de los huecos, y con el propio calor que llegan a desprender los seres vivos que habiten en la vivienda, seríamos capaces de llegar a temperaturas de confort en épocas de temperaturas bajas. Y las baja transmitancia de los elementos de la envolvente lograrían reducir al máximo las pedidas de calor que se generan en el interior de la vivienda.

El resultado de la demanda de refrigeración es superior ya que, en los meses de temperaturas altas, se va a reducir bastante la entrada de radiación solar y temperaturas altas, pero no se va a evitar por completo su entrada, por lo que se deberá refrescar la vivienda en ocasiones puntuales. Cabe mencionar como se ha dicho anteriormente que una vez se llegue a

una temperatura de confort, la vivienda será capaz de mantener durante mucho tiempo esta temperatura por lo que si tenemos la climatización programada para mantener una temperatura, el consumo energético será reducido.

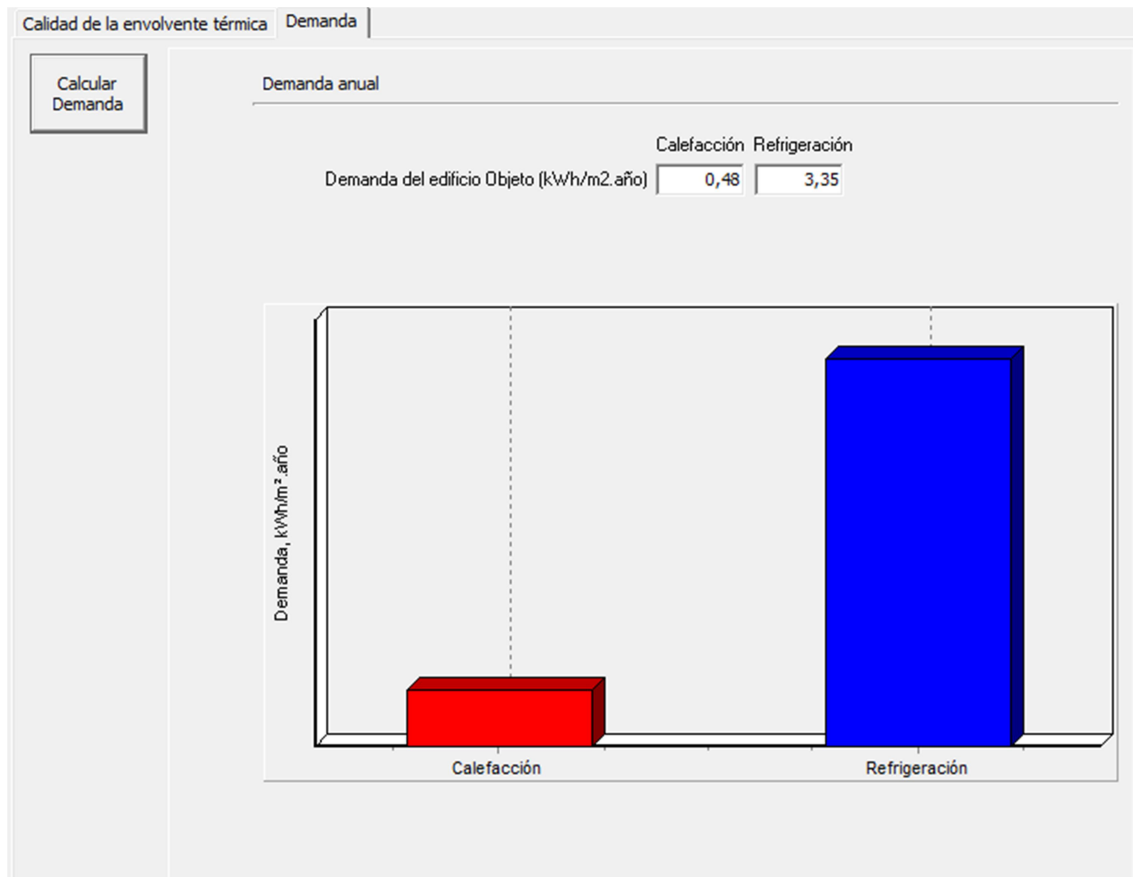


Figura 47: Imagen de HULC, valores con aplicación de nuevas soluciones

Bibliografía:

<https://www.codigotecnico.org/index.php/menu-ahorro-energia.html>

<https://www.certificadosenergeticos.com/modificacion-del-db-he-y-db-hs-cte>

<https://www.fomento.es › recursos mfom › proyecto rd anejo idbhe>

<https://www1.sedecatastro.gob.e>

<https://www.google.es/maps/?hl=es>

<https://www.cemex.es/productos-y-soluciones/soluciones-constructivas>

<https://www.five.es/tienda-ive/catalogo-de-soluciones-constructivas-de-rehabilitacion/>

<https://www.codigotecnico.org/index.php/menu-recursos/menu-aplicaciones/282-herramienta-unificada-lider-calener>

<https://www.deceuninck.es/es-es/productos/ventanas>

www.carmave.es/producto/matud-serie-m70/

<http://centroalum.com/es/Home/>

<https://glassanalytics.guardian.com>

<https://www.saint-gobain.es/>

<http://www.generadordeprecios.info>

Anejos:

LCL060 Ud Carpintería exterior de aluminio.

Ventana de aluminio, gama básica, dos hojas practicables, con apertura hacia el interior, dimensiones 1600x2000 mm, acabado lacado imitación madera, con el sello QUALICOAT, que garantiza el espesor y la calidad del proceso de lacado, compuesta de hoja de 48 mm y marco de 40 mm, junquillos, galce, estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m}$ = desde 5,7 W/(m²K); espesor máximo acristalamiento: 26 mm, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210, sin premarco y sin persiana. Incluso patillas de para la fijación de la carpintería, silicona para sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento. El precio no incluye el recibid de la carpintería.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario
1		Materiales		
mt25pfx140aizd	Ud	Ventana de aluminio, gama básica, dos hojas practicables, con apertura hacia el interior, dimensiones 1600x2000 mm, acabado lacado imitación madera, con el sello QUALICOAT, que garantiza el espesor y la calidad del proceso de lacado, compuesta de hoja de 48 mm y marco de 40 mm, junquillos, galce, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m}$ = desde 5,7 W/(m²K); espesor máximo del acristalamiento: 26 mm, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5 según UNE-EN 12210	1,000	661,41
mt22www010a	Ud	Cartucho de 290 ml de sellador adhesivo monocomponente, neutro, superelástico, a base de polímero MS, color blanco, con resistencia a la intemperie y a los rayos UV y elongación hasta rotura 750%.	1,139	5,29
mt22www050a	Ud	Cartucho de 300 ml de silicona neutra oxímica, de elasticidad permanente y curado rápido, color blanco, rango de temperatura de trabajo de -60 a 150°C, con resistencia a los rayos UV, dureza Shore A aproximada de 22, según UNE-EN ISO 868 y elongación a rotura >= 800%, según UNE-EN ISO 8339.	0,536	4,73
			Subtotal materiales:	
2		Mano de obra		
mo018	h	Oficial 1ª cerrajero.	1,541	18,82
mo059	h	Ayudante cerrajero.	1,109	17,58
			Subtotal mano de obra:	
3		Costes directos complementarios		
	%	Costes directos complementarios	2,000	718,48
Coste de mantenimiento decenal: 80,61€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):	

LCL060 Ud Carpintería exterior de aluminio.

Ventana de aluminio, gama básica, dos hojas practicables, con apertura hacia el interior, dimensiones 2000x1400 mm, acabado lacado imitación madera, con el sello QUALICOAT, que garantiza el espesor y la calidad del proceso de lacado, compuesta de hoja de 48 mm y marco de 40 mm, junquillos, galce, estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m}$ = desde 5,7 W/(m²K); espesor máximo del acristalamiento: 26 mm, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210, sin premarco y sin persiana. Incluso patillas de fijación de la carpintería, silicona para sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento. El precio no incluye el recibid de la carpintería.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario
1		Materiales		
mt25pfx140amsd	Ud	Ventana de aluminio, gama básica, dos hojas practicables, con apertura hacia el interior, dimensiones 2000x1400 mm, acabado lacado imitación madera, con el sello QUALICOAT, que garantiza el espesor y la calidad del proceso de lacado, compuesta de hoja de 48 mm y marco de 40 mm, junquillos, galce, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m}$ = desde 5,7 W/(m²K); espesor máximo del acristalamiento: 26 mm, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210.	1,000	651,19
mt22www010a	Ud	Cartucho de 290 ml de sellador adhesivo monocomponente, neutro, superelástico, a base de polímero MS, color blanco, con resistencia a la intemperie y a los rayos UV y elongación hasta rotura 750%.	1,156	5,29
mt22www050a	Ud	Cartucho de 300 ml de silicona neutra oxímica, de elasticidad permanente y curado rápido, color blanco, rango de temperatura de trabajo de -60 a 150°C, con resistencia a los rayos UV, dureza Shore A aproximada de 22, según UNE-EN ISO 868 y elongación a rotura >= 800%, según UNE-EN ISO 8339.	0,544	4,73
			Subtotal materiales:	
2		Mano de obra		
mo018	h	Oficial 1ª cerrajero.	1,541	18,82
mo059	h	Ayudante cerrajero.	1,114	17,58
			Subtotal mano de obra:	
3		Costes directos complementarios		
	%	Costes directos complementarios	2,000	708,46
Coste de mantenimiento decenal: 79,49€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):	

LCL060 Ud Carpintería exterior de aluminio.

Ventana de aluminio, gama básica, una hoja practicable, con apertura hacia el interior, dimensiones 800x800 mm, acabado lacado imitación madera sello QUALICOAT, que garantiza el espesor y la calidad del proceso de lacado, compuesta de hoja de 53 mm y marco de 45 mm, junquillos, galce, j estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: Uh,m = desde 5,7 W/(m²K); espesor máximo acristalamiento: 30 mm, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210, sin premarco y sin persiana. Incluso patillas de para la fijación de la carpintería, silicona para sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento. El precio no incluye el recibid de la carpintería.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario
1		Materiales		
mt25pfx060aigd	Ud	Ventana de aluminio, gama básica, una hoja practicable, con apertura hacia el interior, dimensiones 800x800 mm, acabado lacado imitación madera, con el sello QUALICOAT, que garantiza el espesor y la calidad del proceso de lacado, compuesta de hoja de 53 mm y marco de 45 mm, junquillos, galce, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: Uh,m = desde 5,7 W/(m²K); espesor máximo del acristalamiento: 30 mm, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5 según UNE-EN 12210	1,000	177,71
mt22www010a	Ud	Cartucho de 290 ml de sellador adhesivo monocomponente, neutro, superelástico, a base de polímero MS, color blanco, con resistencia a la intemperie y a los rayos UV y elongación hasta rotura 750%.	0,544	5,29
mt22www050a	Ud	Cartucho de 300 ml de silicona neutra oxímica, de elasticidad permanente y curado rápido, color blanco, rango de temperatura de trabajo de -60 a 150°C, con resistencia a los rayos UV, dureza Shore A aproximada de 22, según UNE-EN ISO 868 y elongación a rotura >= 800%, según UNE-EN ISO 8339.	0,256	4,73
			Subtotal materiales:	
2		Mano de obra		
mo018	h	Oficial 1ª cerrajero.	1,264	18,82
mo059	h	Ayudante cerrajero.	0,794	17,58
			Subtotal mano de obra:	
3		Costes directos complementarios		
	%	Costes directos complementarios	2,000	219,55
Coste de mantenimiento decenal: 24,63€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):	

LCL060 Ud Carpintería exterior de aluminio.

Ventana de aluminio, gama básica, una hoja practicable, con apertura hacia el interior, dimensiones 1200x1750 mm, acabado lacado imitación madera, sello QUALICOAT, que garantiza el espesor y la calidad del proceso de lacado, compuesta de hoja de 53 mm y marco de 45 mm, junquillos, galce, estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m}$ = desde 5,7 W/(m²K); espesor máximo acristalamiento: 30 mm, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210, sin premarco y sin persiana. Incluso patillas de para la fijación de la carpintería, silicona para sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento. El precio no incluye el recibid de la carpintería.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario
1		Materiales		
mt25pfx060aqzd	Ud	Ventana de aluminio, gama básica, una hoja practicable, con apertura hacia el interior, dimensiones 1200x1750 mm, acabado lacado imitación madera, con el sello QUALICOAT, que garantiza el espesor y la calidad del proceso de lacado, compuesta de hoja de 53 mm y marco de 45 mm, junquillos, galce, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m}$ = desde 5,7 W/(m²K); espesor máximo del acristalamiento: 30 mm, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210	1,000	244,09
mt22www010a	Ud	Cartucho de 290 ml de sellador adhesivo monocomponente, neutro, superelástico, a base de polímero MS, color blanco, con resistencia a la intemperie y a los rayos UV y elongación hasta rotura 750%.	1,003	5,29
mt22www050a	Ud	Cartucho de 300 ml de silicona neutra oxímica, de elasticidad permanente y curado rápido, color blanco, rango de temperatura de trabajo de -60 a 150°C, con resistencia a los rayos UV, dureza Shore A aproximada de 22, según UNE-EN ISO 868 y elongación a rotura >= 800%, según UNE-EN ISO 8339.	0,472	4,73
			Subtotal materiales:	
2		Mano de obra		
mo018	h	Oficial 1º cerrajero.	1,484	18,82
mo059	h	Ayudante cerrajero.	1,040	17,58
			Subtotal mano de obra:	
3		Costes directos complementarios		
	%	Costes directos complementarios	2,000	297,84
Coste de mantenimiento decenal: 33,42€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):	

LCL060 Ud Carpintería exterior de aluminio.

Ventana de aluminio, gama básica, una hoja practicable, con apertura hacia el interior, dimensiones 800x1750 mm, acabado lacado imitación mader sello QUALICOAT, que garantiza el espesor y la calidad del proceso de lacado, compuesta de hoja de 53 mm y marco de 45 mm, junquillos, galce, j estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: Uh,m = desde 5,7 W/(m²K); espesor máximo acristalamiento: 30 mm, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210, sin premarco y sin persiana. Incluso patillas de para la fijación de la carpintería, silicona para sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento. El precio no incluye el recibid de la carpintería.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario
1		Materiales		
mt25pfx060aizd	Ud	Ventana de aluminio, gama básica, una hoja practicable, con apertura hacia el interior, dimensiones 800x1750 mm, acabado lacado imitación madera, con el sello QUALICOAT, que garantiza el espesor y la calidad del proceso de lacado, compuesta de hoja de 53 mm y marco de 45 mm, junquillos, galce, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: Uh,m = desde 5,7 W/(m²K); espesor máximo del acristalamiento: 30 mm, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5 según UNE-EN 12210	1,000	224,18
mt22www010a	Ud	Cartucho de 290 ml de sellador adhesivo monocomponente, neutro, superelástico, a base de polímero MS, color blanco, con resistencia a la intemperie y a los rayos UV y elongación hasta rotura 750%.	0,867	5,29
mt22www050a	Ud	Cartucho de 300 ml de silicona neutra oxímica, de elasticidad permanente y curado rápido, color blanco, rango de temperatura de trabajo de -60 a 150°C, con resistencia a los rayos UV, dureza Shore A aproximada de 22, según UNE-EN ISO 868 y elongación a rotura >= 800%, según UNE-EN ISO 8339.	0,408	4,73
			Subtotal materiales:	
2		Mano de obra		
mo018	h	Oficial 1ª cerrajero.	1,427	18,82
mo059	h	Ayudante cerrajero.	0,971	17,58
			Subtotal mano de obra:	
3		Costes directos complementarios		
	%	Costes directos complementarios	2,000	274,63
Coste de mantenimiento decenal: 30,81€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):	

LCY010 Ud Carpintería exterior de aluminio "CORTIZO".

Ventana de aluminio, serie Cor-70 Hoja Oculta CC16 "CORTIZO", con rotura de puente térmico, una hoja practicable, con apertura hacia el interior, dimensiones 1300x1700 mm, acabado lacado imitación madera, con el sello QUALICOAT, que garantiza el espesor y la calidad del proceso de laca compuesta de hoja de 69 mm y marco de 70 mm, junquillos, galce, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla estándar y herrajes, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m}$ = desde 2,2 W/(m²K); espesor máximo del acristalamiento: 35 mm, con clasificación a la permeabilidad al aire según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase E1500, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210, sin premarco y sin persiana. Incluso patillas de anclaje para la fijación de la carpintería, silicona para sellado perimetral dentro de la carpintería exterior y el paramento. TSAC. El precio no incluye el recibido en obra de la carpintería.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario
1		Materiales		
mt25pfz281ejmj	Ud	Ventana de aluminio, serie Cor-70 Hoja Oculta CC16 "CORTIZO", con rotura de puente térmico, una hoja practicable, con apertura hacia el interior, dimensiones 1300x1700 mm, acabado lacado imitación madera, con el sello QUALICOAT, que garantiza el espesor y la calidad del proceso de lacado, compuesta de hoja de 69 mm y marco de 70 mm, junquillos, galce, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla estándar y herrajes, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m}$ = desde 2,2 W/(m²K); espesor máximo del acristalamiento: 35 mm, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase E1500, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210 TSAC	1,000	482,29
mt22www010a	Ud	Cartucho de 290 ml de sellador adhesivo monocomponente, neutro, superelástico, a base de polímero MS, color blanco, con resistencia a la intemperie y a los rayos UV y elongación hasta rotura 750%.	1,020	5,29
mt22www050a	Ud	Cartucho de 300 ml de silicona neutra oxímica, de elasticidad permanente y curado rápido, color blanco, rango de temperatura de trabajo de -60 a 150°C, con resistencia a los rayos UV, dureza Shore A aproximada de 22, según UNE-EN ISO 868 y elongación a rotura >= 800%, según UNE-EN ISO 8339.	0,480	4,73
			Subtotal materiales:	
2		Mano de obra		
mo018	h	Oficial 1ª cerrajero.	1,493	18,82
mo059	h	Ayudante cerrajero.	1,050	17,58
			Subtotal mano de obra:	
3		Costes directos complementarios		
	%	Costes directos complementarios	2,000	536,52
Coste de mantenimiento decenal: 60,20€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):	

LCY010 Ud Carpintería exterior de aluminio "CORTIZO".

Ventana de aluminio, serie Cor-70 Hoja Oculta CC16 "CORTIZO", con rotura de puente térmico, una hoja practicable, con apertura hacia el interior, dimensiones 1000x1700 mm, acabado lacado imitación madera, con el sello QUALICOAT, que garantiza el espesor y la calidad del proceso de laca compuesta de hoja de 69 mm y marco de 70 mm, junquillos, galce, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla estándar y herrajes, según UNE-EN 1 transmitancia térmica del marco: Uh,m = desde 2,2 W/(m²K); espesor máximo del acristalamiento: 35 mm, con clasificación a la permeabilidad al air según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase E1500, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento C5, según UNE-EN 12210, sin premarco y sin persiana. Incluso patillas de anclaje para la fijación de la carpintería, silicona para sellado perimetral c entre la carpintería exterior y el paramento. TSAC. El precio no incluye el recibido en obra de la carpintería.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario
1		Materiales		
mt25pfz281egmj	Ud	Ventana de aluminio, serie Cor-70 Hoja Oculta CC16 "CORTIZO", con rotura de puente térmico, una hoja practicable, con apertura hacia el interior, dimensiones 1000x1700 mm, acabado lacado imitación madera, con el sello QUALICOAT, que garantiza el espesor y la calidad del proceso de lacado, compuesta de hoja de 69 mm y marco de 70 mm, junquillos, galce, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla estándar y herrajes, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: Uh,m = desde 2,2 W/(m²K); espesor máximo del acristalamiento: 35 mm, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase E1500, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210 TSAC	1,000	441,85
mt22www010a	Ud	Cartucho de 290 ml de sellador adhesivo monocomponente, neutro, superelástico, a base de polímero MS, color blanco, con resistencia a la intemperie y a los rayos UV y elongación hasta rotura 750%.	0,918	5,29
mt22www050a	Ud	Cartucho de 300 ml de silicona neutra oxímica, de elasticidad permanente y curado rápido, color blanco, rango de temperatura de trabajo de -60 a 150°C, con resistencia a los rayos UV, dureza Shore A aproximada de 22, según UNE-EN ISO 868 y elongación a rotura >= 800%, según UNE-EN ISO 8339.	0,432	4,73
			Subtotal materiales:	
2		Mano de obra		
mo018	h	Oficial 1ª cerrajero.	1,452	18,82
mo059	h	Ayudante cerrajero.	0,999	17,58
			Subtotal mano de obra:	
3		Costes directos complementarios		
	%	Costes directos complementarios	2,000	493,64
Coste de mantenimiento decenal: 55,39€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):	

LCY010 Ud Carpintería exterior de aluminio "CORTIZO".

Ventana de aluminio, serie Cor-70 Hoja Oculta CC16 "CORTIZO", con rotura de puente térmico, una hoja practicable, con apertura hacia el interior, dimensiones 800x800 mm, acabado lacado imitación madera, con el sello QUALICOAT, que garantiza el espesor y la calidad del proceso de lacado compuesta de hoja de 69 mm y marco de 70 mm, junquillos, galce, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla estándar y herrajes, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m}$ = desde 2,2 W/(m²K); espesor máximo del acristalamiento: 35 mm, con clasificación a la permeabilidad al aire según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase E1500, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210, sin premarco y sin persiana. Incluso patillas de anclaje para la fijación de la carpintería, silicona para sellado perimetral entre la carpintería exterior y el paramento. TSAC. El precio no incluye el recibido en obra de la carpintería.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario
1		Materiales		
mt25pfz281eedj	Ud	Ventana de aluminio, serie Cor-70 Hoja Oculta CC16 "CORTIZO", con rotura de puente térmico, una hoja practicable, con apertura hacia el interior, dimensiones 800x800 mm, acabado lacado imitación madera, con el sello QUALICOAT, que garantiza el espesor y la calidad del proceso de lacado, compuesta de hoja de 69 mm y marco de 70 mm, junquillos, galce, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla estándar y herrajes, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m}$ = desde 2,2 W/(m²K); espesor máximo del acristalamiento: 35 mm, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase E1500, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210. TSAC	1,000	350,02
mt22www010a	Ud	Cartucho de 290 ml de sellador adhesivo monocomponente, neutro, superelástico, a base de polímero MS, color blanco, con resistencia a la intemperie y a los rayos UV y elongación hasta rotura 750%.	0,544	5,29
mt22www050a	Ud	Cartucho de 300 ml de silicona neutra oxímica, de elasticidad permanente y curado rápido, color blanco, rango de temperatura de trabajo de -60 a 150°C, con resistencia a los rayos UV, dureza Shore A aproximada de 22, según UNE-EN ISO 868 y elongación a rotura >= 800%, según UNE-EN ISO 8339.	0,256	4,73
			Subtotal materiales:	
2		Mano de obra		
mo018	h	Oficial 1ª cerrajero.	1,264	18,82
mo059	h	Ayudante cerrajero.	0,794	17,58
			Subtotal mano de obra:	
3		Costes directos complementarios		
	%	Costes directos complementarios	2,000	391,86
Coste de mantenimiento decenal: 43,97€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):	

LCY010 Ud Carpintería exterior de aluminio "CORTIZO".

Puerta de aluminio, serie Cor-70 Hoja Oculta CC16 "CORTIZO", con rotura de puente térmico, dos hojas practicables, con apertura hacia el interior, dimensiones 1600x2000 mm, acabado lacado imitación madera, con el sello QUALICOAT, que garantiza el espesor y la calidad del proceso de laca compuesta de hoja de 69 mm y marco de 70 mm, junquillos, galce, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla estándar y herrajes, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m}$ = desde 2,2 W/(m²K); espesor máximo del acristalamiento: 35 mm, con clasificación a la permeabilidad al aire según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase E1500, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210, sin premarco y sin persiana. Incluso patillas de anclaje para la fijación de la carpintería, silicona para sellado perimetral entre la carpintería exterior y el paramento. TSAC. El precio no incluye el recibido en obra de la carpintería.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario
1		Materiales		
mt25pfz280eenj	Ud	Puerta de aluminio, serie Cor-70 Hoja Oculta CC16 "CORTIZO", con rotura de puente térmico, dos hojas practicables, con apertura hacia el interior, dimensiones 1600x2000 mm, acabado lacado imitación madera, con el sello QUALICOAT, que garantiza el espesor y la calidad del proceso de lacado, compuesta de hoja de 69 mm y marco de 70 mm, junquillos, galce, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla estándar y herrajes, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m}$ = desde 2,2 W/(m²K); espesor máximo del acristalamiento: 35 mm, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase E1500, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210 TSAC	1,000	801,45
mt22www010a	Ud	Cartucho de 290 ml de sellador adhesivo monocomponente, neutro, superelástico, a base de polímero MS, color blanco, con resistencia a la intemperie y a los rayos UV y elongación hasta rotura 750%.	1,224	5,29
mt22www050a	Ud	Cartucho de 300 ml de silicona neutra oxímica, de elasticidad permanente y curado rápido, color blanco, rango de temperatura de trabajo de -60 a 150°C, con resistencia a los rayos UV, dureza Shore A aproximada de 22, según UNE-EN ISO 868 y elongación a rotura >= 800%, según UNE-EN ISO 8339.	0,576	4,73
			Subtotal materiales:	
2		Mano de obra		
mo018	h	Oficial 1ª cerrajero.	1,573	18,82
mo059	h	Ayudante cerrajero.	1,150	17,58
			Subtotal mano de obra:	
3		Costes directos complementarios		
	%	Costes directos complementarios	2,000	860,46
Coste de mantenimiento decenal: 96,54€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):	

LCY010 Ud Carpintería exterior de aluminio "CORTIZO".

Ventana de aluminio, serie Cor-70 Hoja Oculta CC16 "CORTIZO", con rotura de puente térmico, dos hojas practicables, con apertura hacia el interior, dimensiones 2000x1400 mm, acabado lacado imitación madera, con el sello QUALICOAT, que garantiza el espesor y la calidad del proceso de laca compuesta de hoja de 69 mm y marco de 70 mm, junquillos, galce, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla estándar y herrajes, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m}$ = desde 2,2 W/(m²K); espesor máximo del acristalamiento: 35 mm, con clasificación a la permeabilidad al aire según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase E1500, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210, sin premarco y sin persiana. Incluso patillas de anclaje para la fijación de la carpintería, silicona para sellado perimetral dentro de la carpintería exterior y el paramento. TSAC. El precio no incluye el recibido en obra de la carpintería.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario
1		Materiales		
mt25pfz280eghj	Ud	Ventana de aluminio, serie Cor-70 Hoja Oculta CC16 "CORTIZO", con rotura de puente térmico, dos hojas practicables, con apertura hacia el interior, dimensiones 2000x1400 mm, acabado lacado imitación madera, con el sello QUALICOAT, que garantiza el espesor y la calidad del proceso de lacado, compuesta de hoja de 69 mm y marco de 70 mm, junquillos, galce, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla estándar y herrajes, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m}$ = desde 2,2 W/(m²K); espesor máximo del acristalamiento: 35 mm, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase E1500, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210. TSAC	1,000	712,03
mt22www010a	Ud	Cartucho de 290 ml de sellador adhesivo monocomponente, neutro, superelástico, a base de polímero MS, color blanco, con resistencia a la intemperie y a los rayos UV y elongación hasta rotura 750%.	1,156	5,29
mt22www050a	Ud	Cartucho de 300 ml de silicona neutra oxímica, de elasticidad permanente y curado rápido, color blanco, rango de temperatura de trabajo de -60 a 150°C, con resistencia a los rayos UV, dureza Shore A aproximada de 22, según UNE-EN ISO 868 y elongación a rotura \geq 800%, según UNE-EN ISO 8339.	0,544	4,73
			Subtotal materiales:	
2		Mano de obra		
mo018	h	Oficial 1ª cerrajero.	1,541	18,82
mo059	h	Ayudante cerrajero.	1,114	17,58
			Subtotal mano de obra:	
3		Costes directos complementarios		
	%	Costes directos complementarios	2,000	769,30
Coste de mantenimiento decenal: 86,32€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):	

Ventana de PVC, serie Kömmerling 76MD Zero "KÖMMERLING", dos hojas practicables con apertura hacia el interior, dimensiones 2000x1400 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos, acabado foliado en las dos caras, color a elegir, perfiles de 76 mm de anchura, fabricados bajo formulación G sin plomo ni estabilizantes pesados, soldados a inglete, que incorporan seis cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, mejora del aislamiento térmico; galce con junta central para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM manilla y según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m} = 1,2 \text{ W/(m}^2\text{K)}$; espesor máximo del acristalamiento: 50 mm; compuesta por marco, herrajes de colgar y apertura, elementos de estanqueidad y accesorios homologados, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE 12210, sin premarco y sin persiana. Incluso garras de fijación, silicona para sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento. no incluye el recibido en obra de la carpintería.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario
1		Materiales		
mt24kom030imkc	Ud	Ventana de PVC, serie Kömmerling 76MD Zero "KÖMMERLING", dos hojas practicables con apertura hacia el interior, dimensiones 2000x1400 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos, acabado foliado en las dos caras, color a elegir, perfiles de 76 mm de anchura, fabricados bajo formulación Greenline®, sin plomo ni estabilizantes pesados, soldados a inglete, que incorporan seis cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico; galce con junta central para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM manilla y herrajes, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m} = 1,2 \text{ W/(m}^2\text{K)}$; espesor máximo del acristalamiento: 50 mm, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210. Garantía de 10 años del fabricante del perfil, para la estabilidad del color, de las dimensiones y de la resistencia al impacto.	1,000	487,60
mt22www010a	Ud	Cartucho de 290 ml de sellador adhesivo monocomponente, neutro, superelástico, a base de polímero MS, color blanco, con resistencia a la intemperie y a los rayos UV y elongación hasta rotura 750%.	1,156	5,29
mt22www050a	Ud	Cartucho de 300 ml de silicona neutra oxímica, de elasticidad permanente y curado rápido, color blanco, rango de temperatura de trabajo de -60 a 150°C, con resistencia a los rayos UV, dureza Shore A aproximada de 22, según UNE-EN ISO 868 y elongación a rotura $\geq 800\%$, según UNE-EN ISO 8339.	0,544	4,73
			Subtotal materiales:	
2		Mano de obra		
mo018	h	Oficial 1ª cerrajero.	1,541	18,82
mo059	h	Ayudante cerrajero.	1,114	17,58
			Subtotal mano de obra:	
3		Costes directos complementarios		
	%	Costes directos complementarios	2,000	544,87
Coste de mantenimiento decenal: 50,02€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):	

Referencia norma UNE y Título de la norma transposición de norma armonizada	Aplicabilidad (a)	Obligatoriedad (b)
UNE-EN 14351-1:2006/A1:2011 Ventanas y puertas. Norma de producto, características de prestación. Parte 1: Ventanas y puertas exteriores peatonales sin características de resistencia al fuego y/o control de humo.	1122010	1122010

(a) Fecha de aplicabilidad de la norma armonizada e inicio del período de coexistencia

(b) Fecha final del período de coexistencia / entrada en vigor marcado CE

(c) Sistema de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones

Ventana de PVC, serie Kömmerling 76MD Zero "KÖMMERLING", dos hojas practicables con apertura hacia el interior, dimensiones 1600x2000 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos, acabado foliado en las dos caras, color a elegir, perfiles de 76 mm de anchura, fabricados bajo formulación G sin plomo ni estabilizantes pesados, soldados a inglete, que incorporan seis cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, mejora del aislamiento térmico; galce con junta central para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM manilla y herrajes de colgar y apertura, elementos de estanqueidad y accesorios homologados, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C2, según UNE 12210, sin premarco y sin persiana. Incluso garras de fijación, silicona para sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento. no incluye el recibido en obra de la carpintería.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario
1		Materiales		
mt24kom030iiqc	Ud	Ventana de PVC, serie Kömmerling 76MD Zero "KÖMMERLING", dos hojas practicables con apertura hacia el interior, dimensiones 1600x2000 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos, acabado foliado en las dos caras, color a elegir, perfiles de 76 mm de anchura, fabricados bajo formulación Greenline®, sin plomo ni estabilizantes pesados, soldados a inglete, que incorporan seis cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico; galce con junta central para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM manilla y herrajes, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: Uh,m = 1,2 W/(m²K); espesor máximo del acristalamiento: 50 mm, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C2, según UNE-EN 12210. Garantía de 10 años del fabricante del perfil, para la estabilidad del color, de las dimensiones y de la resistencia al impacto.	1,000	528,82
mt22www010a	Ud	Cartucho de 290 ml de sellador adhesivo monocomponente, neutro, superelástico, a base de polímero MS, color blanco, con resistencia a la intemperie y a los rayos UV y elongación hasta rotura 750%.	1,224	5,29
mt22www050a	Ud	Cartucho de 300 ml de silicona neutra oxímica, de elasticidad permanente y curado rápido, color blanco, rango de temperatura de trabajo de -60 a 150°C, con resistencia a los rayos UV, dureza Shore A aproximada de 22, según UNE-EN ISO 868 y elongación a rotura >= 800%, según UNE-EN ISO 8339.	0,576	4,73
			Subtotal materiales:	
2		Mano de obra		
mo018	h	Oficial 1ª cerrajero.	1,573	18,82
mo059	h	Ayudante cerrajero.	1,150	17,58
			Subtotal mano de obra:	
3		Costes directos complementarios		
	%	Costes directos complementarios	2,000	587,83
Coste de mantenimiento decenal: 53,96€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):	

Referencia norma UNE y Título de la norma transposición de norma armonizada	Aplicabilidad (a)	Obligatoriedad (b)
UNE-EN 14351-1:2006/A1:2011 Ventanas y puertas. Norma de producto, características de prestación. Par te 1: Ventanas y puertas exteriores peatonales sin características de resistencia al fuego y/o control de humo.	1122010	1122010

(a) Fecha de aplicabilidad de la norma armonizada e inicio del período de coexistencia

(b) Fecha final del período de coexistencia / entrada en vigor marcado CE

(c) Sistema de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones

Ventana de PVC, serie Kömmerling 76MD Zero "KÖMMERLING", una hoja practicable con apertura hacia el interior, dimensiones 800x2000 mm, con marco, hoja y junquillos, acabado foliado en las dos caras, color a elegir, perfiles de 76 mm de anchura, fabricados bajo formulación Greenline®, sin plomo ni estabilizantes pesados, soldados a inglete, que incorporan seis cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejorar el aislamiento térmico; galce con junta central para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m} = 1,2 \text{ W/(m}^2\text{K)}$; espesor máximo del acristalamiento: 50 mm; compuesta por marco, hojas, herrajes, colgar y apertura, elementos de estanqueidad y accesorios homologados, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C3, según UNE-EN 12210 sin premarco y sin persiana. Incluso garras de fijación, silicona para sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento. El precio incluye el recibido en obra de la carpintería.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario
1		Materiales		
mt24kom020ieqc	Ud	Ventana de PVC, serie Kömmerling 76MD Zero "KÖMMERLING", una hoja practicable con apertura hacia el interior, dimensiones 800x2000 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos, acabado foliado en las dos caras, color a elegir, perfiles de 76 mm de anchura, fabricados bajo formulación Greenline®, sin plomo ni estabilizantes pesados, soldados a inglete, que incorporan seis cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico; galce con junta central para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m} = 1,2 \text{ W/(m}^2\text{K)}$; espesor máximo del acristalamiento: 50 mm, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C3, según UNE-EN 12210. Garantía de 10 años del fabricante del perfil, para la estabilidad del color, de las dimensiones y de la resistencia al impacto.	1,000	299,06
mt22www010a	Ud	Cartucho de 290 ml de sellador adhesivo monocomponente, neutro, superelástico, a base de polímero MS, color blanco, con resistencia a la intemperie y a los rayos UV y elongación hasta rotura 750%.	0,952	5,29
mt22www050a	Ud	Cartucho de 300 ml de silicona neutra oxímica, de elasticidad permanente y curado rápido, color blanco, rango de temperatura de trabajo de -60 a 150°C, con resistencia a los rayos UV, dureza Shore A aproximada de 22, según UNE-EN ISO 868 y elongación a rotura $\geq 800\%$, según UNE-EN ISO 8339.	0,448	4,73
			Subtotal materiales:	
2		Mano de obra		
mo018	h	Oficial 1ª cerrajero.	1,443	18,82
mo059	h	Ayudante cerrajero.	1,005	17,58
			Subtotal mano de obra:	
3		Costes directos complementarios		
	%	Costes directos complementarios	2,000	351,05
Coste de mantenimiento decenal: 32,23€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):	

Referencia norma UNE y Título de la norma transposición de norma armonizada	Aplicabilidad (a)	Obligación (b)
UNE-EN 14351-1:2006/A1:2011 Ventanas y puertas. Norma de producto, características de prestación. Parte 1: Ventanas y puertas exteriores peatonales sin características de resistencia al fuego y/o control de humo.	1122010	1122010

(a) Fecha de aplicabilidad de la norma armonizada e inicio del período de coexistencia

(b) Fecha final del período de coexistencia / entrada en vigor marcado CE

(c) Sistema de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones

Ventana de PVC, serie Kömmerling 76MD Zero "KÖMMERLING", una hoja practicable con apertura hacia el interior, dimensiones 800x800 mm, con marco, hoja y junquillos, acabado foliado en las dos caras, color a elegir, perfiles de 76 mm de anchura, fabricados bajo formulación Greenline®, sin estabilizantes pesados, soldados a inglete, que incorporan seis cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora aislamiento térmico; galce con junta central para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m} = 1,2 \text{ W/(m}^2\text{K)}$; espesor máximo del acristalamiento: 50 mm; compuesta por marco, hojas, herraje colgar y apertura, elementos de estanqueidad y accesorios homologados, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN sin premarco y sin persiana. Incluso garras de fijación, silicona para sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento. El precio incluye el recibido en obra de la carpintería.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario
1		Materiales		
mt24kom020ieec	Ud	Ventana de PVC, serie Kömmerling 76MD Zero "KÖMMERLING", una hoja practicable con apertura hacia el interior, dimensiones 800x800 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos, acabado foliado en las dos caras, color a elegir, perfiles de 76 mm de anchura, fabricados bajo formulación Greenline®, sin plomo ni estabilizantes pesados, soldados a inglete, que incorporan seis cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico; galce con junta central para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m} = 1,2 \text{ W/(m}^2\text{K)}$; espesor máximo del acristalamiento: 50 mm, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210. Garantía de 10 años del fabricante del perfil, para la estabilidad del color, de las dimensiones y de la resistencia al impacto.	1,000	204,27
mt22www010a	Ud	Cartucho de 290 ml de sellador adhesivo monocomponente, neutro, superelástico, a base de polímero MS, color blanco, con resistencia a la intemperie y a los rayos UV y elongación hasta rotura 750%.	0,544	5,29
mt22www050a	Ud	Cartucho de 300 ml de silicona neutra oxímica, de elasticidad permanente y curado rápido, color blanco, rango de temperatura de trabajo de -60 a 150°C, con resistencia a los rayos UV, dureza Shore A aproximada de 22, según UNE-EN ISO 868 y elongación a rotura $\geq 800\%$, según UNE-EN ISO 8339.	0,256	4,73
Subtotal materiales:				
2		Mano de obra		
mo018	h	Oficial 1ª cerrajero.	1,264	18,82
mo059	h	Ayudante cerrajero.	0,794	17,58
Subtotal mano de obra:				
3		Costes directos complementarios		
	%	Costes directos complementarios	2,000	246,11
Coste de mantenimiento decenal: 22,59€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):	

Referencia norma UNE y Título de la norma transposición de norma armonizada	Aplicabilidad (a)	Obligación (b)
UNE-EN 14351-1:2006/A1:2011 Ventanas y puertas. Norma de producto, características de prestación. Parte 1: Ventanas y puertas exteriores peatonales sin características de resistencia al fuego y/o control de humo.	1122010	1122010

(a) Fecha de aplicabilidad de la norma armonizada e inicio del período de coexistencia

(b) Fecha final del período de coexistencia / entrada en vigor marcado CE

(c) Sistema de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones

Ventana de PVC, serie Kömmerling 76MD Zero "KÖMMERLING", una hoja practicable con apertura hacia el interior, dimensiones 1000x2200 mm, con marco, hoja y junquillos, acabado foliado en las dos caras, color a elegir, perfiles de 76 mm de anchura, fabricados bajo formulación Greenline®, sin plomo ni estabilizantes pesados, soldados a inglete, que incorporan seis cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejorar el aislamiento térmico; galce con junta central para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m} = 1,2 \text{ W/(m}^2\text{K)}$; espesor máximo del acristalamiento: 50 mm; compuesta por marco, hojas, herrajes, colgar y apertura, elementos de estanqueidad y accesorios homologados, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C3, según UNE-EN 12210 sin premarco y sin persiana. Incluso garras de fijación, silicona para sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento. El precio incluye el recibido en obra de la carpintería.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario
1		Materiales		
mt24kom020igsc	Ud	Ventana de PVC, serie Kömmerling 76MD Zero "KÖMMERLING", una hoja practicable con apertura hacia el interior, dimensiones 1000x2200 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos, acabado foliado en las dos caras, color a elegir, perfiles de 76 mm de anchura, fabricados bajo formulación Greenline®, sin plomo ni estabilizantes pesados, soldados a inglete, que incorporan seis cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico; galce con junta central para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m} = 1,2 \text{ W/(m}^2\text{K)}$; espesor máximo del acristalamiento: 50 mm, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C3, según UNE-EN 12210. Garantía de 10 años del fabricante del perfil, para la estabilidad del color, de las dimensiones y de la resistencia al impacto.	1,000	334,72
mt22www010a	Ud	Cartucho de 290 ml de sellador adhesivo monocomponente, neutro, superelástico, a base de polímero MS, color blanco, con resistencia a la intemperie y a los rayos UV y elongación hasta rotura 750%.	1,088	5,29
mt22www050a	Ud	Cartucho de 300 ml de silicona neutra oxímica, de elasticidad permanente y curado rápido, color blanco, rango de temperatura de trabajo de -60 a 150°C, con resistencia a los rayos UV, dureza Shore A aproximada de 22, según UNE-EN ISO 868 y elongación a rotura $\geq 800\%$, según UNE-EN ISO 8339.	0,512	4,73
Subtotal materiales:				
2		Mano de obra		
mo018	h	Oficial 1ª cerrajero.	1,492	18,82
mo059	h	Ayudante cerrajero.	1,069	17,58
Subtotal mano de obra:				
3		Costes directos complementarios		
	%	Costes directos complementarios	2,000	389,77
Coste de mantenimiento decenal: 35,78€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):	

Referencia norma UNE y Título de la norma transposición de norma armonizada	Aplicabilidad (a)	Obligatoriedad (b)
UNE-EN 14351-1:2006/A1:2011 Ventanas y puertas. Norma de producto, características de prestación. Parte 1: Ventanas y puertas exteriores peatonales sin características de resistencia al fuego y/o control de humo.	1122010	1122010

(a) Fecha de aplicabilidad de la norma armonizada e inicio del período de coexistencia

(b) Fecha final del período de coexistencia / entrada en vigor marcado CE

(c) Sistema de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones

Carpintería exterior de madera de pino, para puerta abisagrada, de apertura hacia el interior, de 1000x2200 mm, formada por una hoja oscilobatiente 78x78 mm de sección y marco de 78x78 mm, moldura clásica, junquillos, tapajuntas de madera maciza de 70x15 mm y vierteaguas en el perfil inferior soporte de aluminio anodizado y revestimiento exterior de madera; con capacidad para recibir un acristalamiento con un espesor mínimo de 32 mm y de 42 mm; coeficiente de transmisión térmica del marco de la sección tipo Uh,m = 1,3 W/(m²K), con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208 y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase 5, según UNE-EN 12210; acabado mediante sistema de barnizado translúcido; herraje perimetral de cierre y seguridad con nivel de seguridad WK1, según UNE-EN 1627, apertura mediante falleba de palanca, manilla en colores estándar y apertura de microventilación; con premarco.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario
1		Materiales		
mt22rom100acl	Ud	Premarco de aluminio para carpintería de madera de 1000x2200 mm, Según UNE-EN 14351-1.	1,000	41,83
mt22rom030gak	Ud	Puerta de madera de pino, una hoja oscilobatiente, dimensiones 1000x2200 mm, acabado mediante sistema de barnizado translúcido, compuesta de hoja de 78x78 mm y marco de 78x78 mm, moldura clásica, junquillos, tapajuntas de madera maciza de 70x15 mm y vierteaguas en el perfil inferior, con soporte de aluminio anodizado y revestimiento exterior de madera, doble junta perimetral de estanqueidad de goma de caucho termoplástica, con capacidad para recibir un acristalamiento con un espesor mínimo de 32 mm y máximo de 42 mm; coeficiente de transmisión térmica del marco de la sección tipo Uh,m = 1,3 W/(m²K), con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208 y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase 5, según UNE-EN 12210; herraje perimetral de cierre y seguridad con nivel de seguridad WK1, según UNE-EN 1627, apertura mediante falleba de palanca, manilla en colores estándar y apertura de microventilación. Según UNE-EN 14351-1.	1,000	861,41
mt23xpm015a	Ud	Tornillo de acero galvanizado de cabeza cilíndrica, de 6 mm de diámetro y 15 cm de longitud.	12,000	0,26
mt13blw110a	Ud	Aerosol de 750 cm³ de espuma de poliuretano, de 22,5 kg/m³ de densidad, 140% de expansión, 18 N/cm² de resistencia a tracción y 20 N/cm² de resistencia a flexión, conductividad térmica 0,04 W/(mK), estable de -40°C a 100°C; para aplicar con pistola; según UNE-EN 13165.	0,100	7,20
mt22www020	m	Cinta autoadhesiva, impermeable al vapor de agua, de 70 mm de anchura, compuesta por una película de polietileno laminado sobre una banda de fieltro, suministrada en rollos de 25 m de longitud.	6,500	0,93
mt22www010b	Ud	Cartucho de 290 ml de sellador adhesivo monocomponente, neutro, superelástico, a base de polímero MS, color gris, con resistencia a la intemperie y a los rayos UV y elongación hasta rotura 750%.	0,100	5,29
Subtotal materiales:				
2		Mano de obra		
mo017	h	Oficial 1ª carpintero.	1,632	18,86
mo058	h	Ayudante carpintero.	1,632	17,65
Subtotal mano de obra:				
3		Costes directos complementarios		
%		Costes directos complementarios	2,000	973,24
Coste de mantenimiento decenal: 248,18€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):	

Referencia norma UNE y Título de la norma transposición de norma armonizada	Aplicabilidad (a)	Obligatoriedad (b)
UNE-EN 14351-1:2006/A1:2011 Ventanas y puertas. Norma de producto, características de prestación. Parte 1: Ventanas y puertas exteriores peatonales sin características de resistencia al fuego y/o control de humo.	1122010	1122010
UNE-EN 13165:2013/A1:2015 Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de espuma rígida de poliuretano (PU). Especificación.	1072015	1072016

(a) Fecha de aplicabilidad de la norma armonizada e inicio del período de coexistencia

(b) Fecha final del período de coexistencia / entrada en vigor marcado CE

(c) Sistema de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones

Carpintería exterior de madera de pino, para ventana abisagrada, de apertura hacia el interior, de 800x800 mm, formada por una hoja oscilobatiente, 78x78 mm de sección y marco de 78x78 mm, moldura clásica, junquillos, tapajuntas de madera maciza de 70x15 mm y vierteaguas en el perfil inferior soporte de aluminio anodizado y revestimiento exterior de madera; con capacidad para recibir un acristalamiento con un espesor mínimo de 32 mm y de 42 mm; coeficiente de transmisión térmica del marco de la sección tipo Uh,m = 1,3 W/(m²K), con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase E1200, según UNE-EN 12208 y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase 5, según UNE-EN 12210; acabado mediante sistema de barnizado translúcido; herraje perimetral de cierre y seguridad con nivel de seguridad WK1, según UNE-EN 1627, apertura mediante falleba de palanca, manilla en colores estándar y apertura de microventilación; con premarco.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario
1		Materiales		
mt22rom100abb	Ud	Premarco de aluminio para carpintería de madera de 800x800 mm, Según UNE-EN 14351-1.	1,000	26,70
mt22rom010gaja	Ud	Ventana de madera de pino, una hoja oscilobatiente, dimensiones 800x800 mm, acabado mediante sistema de barnizado translúcido, compuesta de hoja de 78x78 mm y marco de 78x78 mm, moldura clásica, junquillos, tapajuntas de madera maciza de 70x15 mm y vierteaguas en el perfil inferior, con soporte de aluminio anodizado y revestimiento exterior de madera, doble junta perimetral de estanqueidad de goma de caucho termoplástica, con capacidad para recibir un acristalamiento con un espesor mínimo de 32 mm y máximo de 42 mm; coeficiente de transmisión térmica del marco de la sección tipo Uh,m = 1,3 W/(m²K), con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase E1200, según UNE-EN 12208 y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase 5, según UNE-EN 12210; herraje perimetral de cierre y seguridad con nivel de seguridad WK1, según UNE-EN 1627, apertura mediante falleba de palanca, manilla en colores estándar y apertura de microventilación. Según UNE-EN 14351-1.	1,000	497,10
mt23xpm015a	Ud	Tornillo de acero galvanizado de cabeza cilíndrica, de 6 mm de diámetro y 15 cm de longitud.	6,000	0,26
mt13blw110a	Ud	Aerosol de 750 cm³ de espuma de poliuretano, de 22,5 kg/m³ de densidad, 140% de expansión, 18 N/cm² de resistencia a tracción y 20 N/cm² de resistencia a flexión, conductividad térmica 0,04 W/(mK), estable de -40°C a 100°C; para aplicar con pistola; según UNE-EN 13165.	0,100	7,20
mt22www020	m	Cinta autoadhesiva, impermeable al vapor de agua, de 70 mm de anchura, compuesta por una película de polietileno laminado sobre una banda de fieltro, suministrada en rollos de 25 m de longitud.	3,280	0,93
mt22www010b	Ud	Cartucho de 290 ml de sellador adhesivo monocomponente, neutro, superelástico, a base de polímero MS, color gris, con resistencia a la intemperie y a los rayos UV y elongación hasta rotura 750%.	0,100	5,29
Subtotal materiales:				
2		Mano de obra		
mo017	h	Oficial 1ª carpintero.	0,984	18,86
mo058	h	Ayudante carpintero.	0,984	17,65
Subtotal mano de obra:				
3		Costes directos complementarios		
%		Costes directos complementarios	2,000	565,59
Coste de mantenimiento decenal: 144,23€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):	

Referencia norma UNE y Título de la norma transposición de norma armonizada	Aplicabilidad (a)	Obligatoriedad (b)
UNE-EN 14351-1:2006/A1:2011 Ventanas y puertas. Norma de producto, características de prestación. Parte 1: Ventanas y puertas exteriores peatonales sin características de resistencia al fuego y/o control de humo.	1122010	1122010
UNE-EN 13165:2013/A1:2015 Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de espuma rígida de poliuretano (PU). Especificación.	1072015	1072016

(a) Fecha de aplicabilidad de la norma armonizada e inicio del período de coexistencia

(b) Fecha final del período de coexistencia / entrada en vigor marcado CE

(c) Sistema de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones

Carpintería exterior de madera de pino, para ventana abisagrada, de apertura hacia el interior, de 1600x2000 mm, formada por una hoja oscilobatiente hoja practicable, hoja de 78x78 mm de sección y marco de 78x78 mm, moldura clásica, junquillos, tapajuntas de madera maciza de 70x15 mm y viert el perfil inferior, con soporte de aluminio anodizado y revestimiento exterior de madera; con capacidad para recibir un acristalamiento con un espesor de 32 mm y máximo de 42 mm; coeficiente de transmisión térmica del marco de la sección tipo Uh,m = 1,3 W/(m²K), con clasificación a la permeabilidad clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208 y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase 5, según UNE-EN 12210; acabado mediante sistema de barnizado translúcido; herraje perimetral de cierre y seguridad con nivel de seguridad WK1 según UNE-EN 1627, apertura mediante falleba de palanca, manilla en colores estándar y apertura de microventilación; con premarco.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario
1		Materiales		
mt22rom100ahk	Ud	Premarco de aluminio para carpintería de madera de 1600x2000 mm, Según UNE-EN 14351-1.	1,000	44,96
mt22rom020gaem	Ud	Ventana de madera de pino, una hoja oscilobatiente y una hoja practicable, dimensiones 1600x2000 mm, acabado mediante sistema de barnizado translúcido, compuesta de hoja de 78x78 mm y marco de 78x78 mm, moldura clásica, junquillos, tapajuntas de madera maciza de 70x15 mm y vierteaguas en el perfil inferior, con soporte de aluminio anodizado y revestimiento exterior de madera, doble junta perimetral de estanqueidad de goma de caucho termoplástica, con capacidad para recibir un acristalamiento con un espesor mínimo de 32 mm y máximo de 42 mm; coeficiente de transmisión térmica del marco de la sección tipo Uh,m = 1,3 W/(m²K), con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208 y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase 5, según UNE-EN 12210; herraje perimetral de cierre y seguridad con nivel de seguridad WK1, según UNE-EN 1627, apertura mediante falleba de palanca, manilla en colores estándar y apertura de microventilación; con premarco.	1,000	1242,71
mt23xpm015a	Ud	Tornillo de acero galvanizado de cabeza cilíndrica, de 6 mm de diámetro y 15 cm de longitud.	12,000	0,26
mt13blw110a	Ud	Aerosol de 750 cm³ de espuma de poliuretano, de 22,5 kg/m³ de densidad, 140% de expansión, 18 N/cm² de resistencia a tracción y 20 N/cm² de resistencia a flexión, conductividad térmica 0,04 W/(mK), estable de -40°C a 100°C; para aplicar con pistola; según UNE-EN 13165.	0,100	7,20
mt22www020	m	Cinta autoadhesiva, impermeable al vapor de agua, de 70 mm de anchura, compuesta por una película de polietileno laminado sobre una banda de fieltro, suministrada en rollos de 25 m de longitud.	7,360	0,93
mt22www010b	Ud	Cartucho de 290 ml de sellador adhesivo monocomponente, neutro, superelástico, a base de polímero MS, color gris, con resistencia a la intemperie y a los rayos UV y elongación hasta rotura 750%.	0,100	5,29
Subtotal materiales:				
2		Mano de obra		
mo017	h	Oficial 1ª carpintero.	1,927	18,86
mo058	h	Ayudante carpintero.	1,927	17,65
Subtotal mano de obra:				
3		Costes directos complementarios		
%		Costes directos complementarios	2,000	1369,23
Coste de mantenimiento decenal: 349,15€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):	

Referencia norma UNE y Título de la norma transposición de norma armonizada	Aplicabilidad(a)	Obligación de cumplimiento
UNE-EN 14351-1:2006/A1:2011 Ventanas y puertas. Norma de producto, características de prestación. Parte 1: Ventanas y puertas exteriores peatonales sin características de resistencia al fuego y/o control de humo.	1122010	1122010
UNE-EN 13165:2013/A1:2015 Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de espuma rígida de poliuretano (PU). Especificación.	1072015	1072016

(a) Fecha de aplicabilidad de la norma armonizada e inicio del período de coexistencia

(b) Fecha final del período de coexistencia / entrada en vigor marcado CE

(c) Sistema de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones

Carpintería exterior de madera de pino, para puerta abisagrada, de apertura hacia el interior, de 800x2200 mm, formada por una hoja oscilobatiente, 78x78 mm de sección y marco de 78x78 mm, moldura clásica, junquillos, tapajuntas de madera maciza de 70x15 mm y vierteaguas en el perfil inferior soporte de aluminio anodizado y revestimiento exterior de madera; con capacidad para recibir un acristalamiento con un espesor mínimo de 32 mm y de 42 mm; coeficiente de transmisión térmica del marco de la sección tipo Uh,m = 1,3 W/(m²K), con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208 y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase 5, según UNE-EN 12210; acabado mediante sistema de barnizado translúcido; herraje perimetral de cierre y seguridad con nivel de seguridad WK1, según UNE-EN 1627, apertura mediante falleba de palanca, manilla en colores estándar y apertura de microventilación; con premarco.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario
1		Materiales		
mt22rom100abl	Ud	Premarco de aluminio para carpintería de madera de 800x2200 mm, Según UNE-EN 14351-1.	1,000	40,17
mt22rom030gaa	Ud	Puerta de madera de pino, una hoja oscilobatiente, dimensiones 800x2200 mm, acabado mediante sistema de barnizado translúcido, compuesta de hoja de 78x78 mm y marco de 78x78 mm, moldura clásica, junquillos, tapajuntas de madera maciza de 70x15 mm y vierteaguas en el perfil inferior, con soporte de aluminio anodizado y revestimiento exterior de madera, doble junta perimetral de estanqueidad de goma de caucho termoplástica, con capacidad para recibir un acristalamiento con un espesor mínimo de 32 mm y máximo de 42 mm; coeficiente de transmisión térmica del marco de la sección tipo Uh,m = 1,3 W/(m²K), con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208 y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase 5, según UNE-EN 12210; herraje perimetral de cierre y seguridad con nivel de seguridad WK1, según UNE-EN 1627, apertura mediante falleba de palanca, manilla en colores estándar y apertura de microventilación. Según UNE-EN 14351-1.	1,000	802,24
mt23xpm015a	Ud	Tornillo de acero galvanizado de cabeza cilíndrica, de 6 mm de diámetro y 15 cm de longitud.	12,000	0,26
mt13blw110a	Ud	Aerosol de 750 cm³ de espuma de poliuretano, de 22,5 kg/m³ de densidad, 140% de expansión, 18 N/cm² de resistencia a tracción y 20 N/cm² de resistencia a flexión, conductividad térmica 0,04 W/(mK), estable de -40°C a 100°C; para aplicar con pistola; según UNE-EN 13165.	0,100	7,20
mt22www020	m	Cinta autoadhesiva, impermeable al vapor de agua, de 70 mm de anchura, compuesta por una película de polietileno laminado sobre una banda de fieltro, suministrada en rollos de 25 m de longitud.	6,080	0,93
mt22www010b	Ud	Cartucho de 290 ml de sellador adhesivo monocomponente, neutro, superelástico, a base de polímero MS, color gris, con resistencia a la intemperie y a los rayos UV y elongación hasta rotura 750%.	0,100	5,29
Subtotal materiales:				
2		Mano de obra		
mo017	h	Oficial 1ª carpintero.	1,607	18,86
mo058	h	Ayudante carpintero.	1,607	17,65
Subtotal mano de obra:				
3		Costes directos complementarios		
%		Costes directos complementarios	2,000	911,10
Coste de mantenimiento decenal: 232,33€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):	

Referencia norma UNE y Título de la norma transposición de norma armonizada	Aplicabilidad (a)	Obligatoriedad (b)
UNE-EN 14351-1:2006/A1:2011 Ventanas y puertas. Norma de producto, características de prestación. Parte 1: Ventanas y puertas exteriores peatonales sin características de resistencia al fuego y/o control de humo.	1122010	1122010
UNE-EN 13165:2013/A1:2015 Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de espuma rígida de poliuretano (PU). Especificación.	1072015	1072016

(a) Fecha de aplicabilidad de la norma armonizada e inicio del período de coexistencia

(b) Fecha final del período de coexistencia / entrada en vigor marcado CE

(c) Sistema de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones

Carpintería exterior de madera de pino, para ventana abisagrada, de apertura hacia el interior, de 2000x1600 mm, formada por una hoja oscilobatiente hoja practicable, hoja de 78x78 mm de sección y marco de 78x78 mm, moldura clásica, junquillos, tapajuntas de madera maciza de 70x15 mm y vierte el perfil inferior, con soporte de aluminio anodizado y revestimiento exterior de madera; con capacidad para recibir un acristalamiento con un espesor de 32 mm y máximo de 42 mm; coeficiente de transmisión térmica del marco de la sección tipo Uh,m = 1,3 W/(m²K), con clasificación a la permeabilidad al vapor de agua clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208 y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase 5, según UNE-EN 12210; acabado mediante sistema de barnizado translúcido; herraje perimetral de cierre y seguridad con nivel de seguridad WK1 según UNE-EN 1627, apertura mediante falleba de palanca, manilla en colores estándar y apertura de microventilación; con premarco.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario
1		Materiales		
mt22rom100akh	Ud	Premarco de aluminio para carpintería de madera de 2000x1600 mm, Según UNE-EN 14351-1.	1,000	44,76
mt22rom020gagi	Ud	Ventana de madera de pino, una hoja oscilobatiente y una hoja practicable, dimensiones 2000x1600 mm, acabado mediante sistema de barnizado translúcido, compuesta de hoja de 78x78 mm y marco de 78x78 mm, moldura clásica, junquillos, tapajuntas de madera maciza de 70x15 mm y vierteaguas en el perfil inferior, con soporte de aluminio anodizado y revestimiento exterior de madera, doble junta perimetral de estanqueidad de goma de caucho termoplástica, con capacidad para recibir un acristalamiento con un espesor mínimo de 32 mm y máximo de 42 mm; coeficiente de transmisión térmica del marco de la sección tipo Uh,m = 1,3 W/(m²K), con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208 y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase 5, según UNE-EN 12210; herraje perimetral de cierre y seguridad con nivel de seguridad WK1, según UNE-EN 1627, apertura mediante falleba de palanca, manilla en colores estándar y apertura de microventilación.	1,000	1112,89
mt23xpm015a	Ud	Tornillo de acero galvanizado de cabeza cilíndrica, de 6 mm de diámetro y 15 cm de longitud.	10,000	0,26
mt13blw110a	Ud	Aerosol de 750 cm³ de espuma de poliuretano, de 22,5 kg/m³ de densidad, 140% de expansión, 18 N/cm² de resistencia a tracción y 20 N/cm² de resistencia a flexión, conductividad térmica 0,04 W/(mK), estable de -40°C a 100°C; para aplicar con pistola; según UNE-EN 13165.	0,100	7,20
mt22www020	m	Cinta autoadhesiva, impermeable al vapor de agua, de 70 mm de anchura, compuesta por una película de polietileno laminado sobre una banda de fieltro, suministrada en rollos de 25 m de longitud.	7,400	0,93
mt22www010b	Ud	Cartucho de 290 ml de sellador adhesivo monocomponente, neutro, superelástico, a base de polímero MS, color gris, con resistencia a la intemperie y a los rayos UV y elongación hasta rotura 750%.	0,100	5,29
Subtotal materiales:				
2		Mano de obra		
mo017	h	Oficial 1ª carpintero.	2,120	18,86
mo058	h	Ayudante carpintero.	2,120	17,65
Subtotal mano de obra:				
3		Costes directos complementarios		
%		Costes directos complementarios	2,000	1245,78
Coste de mantenimiento decenal: 317,68€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):	

Referencia norma UNE y Título de la norma transposición de norma armonizada	Aplicabilidad(a)	Obligación de cumplimiento
UNE-EN 14351-1:2006/A1:2011 Ventanas y puertas. Norma de producto, características de prestación. Parte 1: Ventanas y puertas exteriores peatonales sin características de resistencia al fuego y/o control de humo.	1122010	1122010
UNE-EN 13165:2013/A1:2015 Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de espuma rígida de poliuretano (PU). Especificación.	1072015	1072016

(a) Fecha de aplicabilidad de la norma armonizada e inicio del período de coexistencia

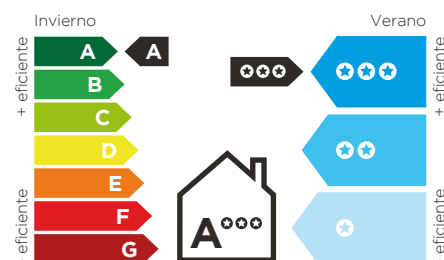
(b) Fecha final del período de coexistencia / entrada en vigor marcado CE

(c) Sistema de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones

Top Slide #premium

Puerta corredera

Eficiencia energética



Acabados



TOPCOLORS
BY INCERCO

La innovadora tecnología **Top Colors** desarrollada por **INCERCO** ofrece el color integral en la ventana. Todas las caras vistas tendrán el color que elijas. Disponible en **más de 50 colores** agrupados en acabados incluyendo **maderas** y **metalizados**. Y con una **garantía de 8 años** en adherencia y decoloración en los acabados. Descúbrelos todos en **incerco.es**.

Sello del distribuidor



deceuninck

GUARDIAN
SUN
CRISTAL INTELIGENTE

GU

Top Slide #premium



incerco

Top Slide #premium

Top Slide premium armoniza con maestría la estética del aluminio y las prestaciones térmicas del composite, con un material 100% reciclable.

Es el sistema deslizante más eficiente del mercado, garantizando el bienestar en casa sin importar las condiciones meteorológicas. Además deja entrar la luz, controlando la energía gratuita procedente del sol.

La fineza de los perfiles, con una sección vista de solo 35 mm., junto a las grandes posibilidades de tamaño de las hojas, consiguen un diseño elegante y la máxima luminosidad para el hogar.

Sección central vista
De solo 35 mm



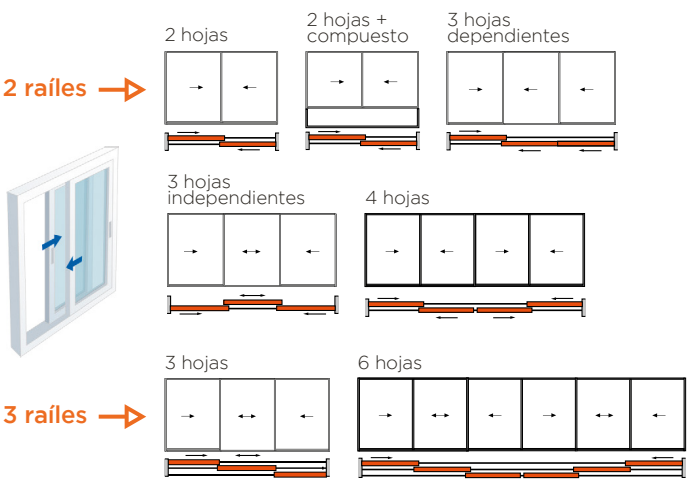
Ensayos
Uf = 1,2 W/m²K

Permeabilidad
Clase 4

Estanqueidad al agua
4A

Resistencia al viento
Clase C4

Aperturas Top Slide



Tiradores exclusivos para correderas

Disponibles tirador **Aveo**, tirador **Lógico** y manilla **Lógica** en diferentes acabados.

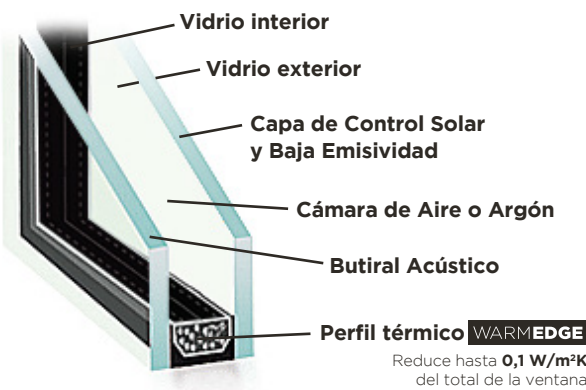


TOPJOIN BY incerco

TOP JOIN es la primera y única tecnología del mundo que permite fabricar **ventanas de PVC estéticamente perfectas**. Gracias a esto la ventana consigue una calidad de acabado en las esquinas idéntica a los marcos de madera o de aluminio.



Vidrio



Top Slide #premium

Puerta corredera



Sin ruidos



Seguras



Aislantes



Ahorran energía



Sin barreras arquitectónicas



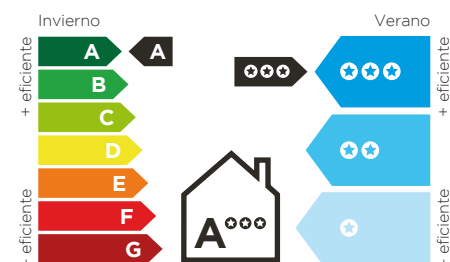
www.incerco.es



Top 70 #premium

Ventana practicable
y oscilobatiente

Eficiencia energética



Acabados



TOP COLORS
BY INCERCO

La innovadora tecnología **Top Colors** desarrollada por **INCERCO** ofrece el color integral en la ventana. Todas las caras vistas tendrán el color que elijas. Disponible en **más de 50 colores** agrupados en acabados incluyendo **maderas** y **metalizados**. Y con una **garantía de 8 años** en adherencia y decoloración en los acabados. Descúbrelos todos en **incerco.es**.

Sello del distribuidor



Top 70 #premium



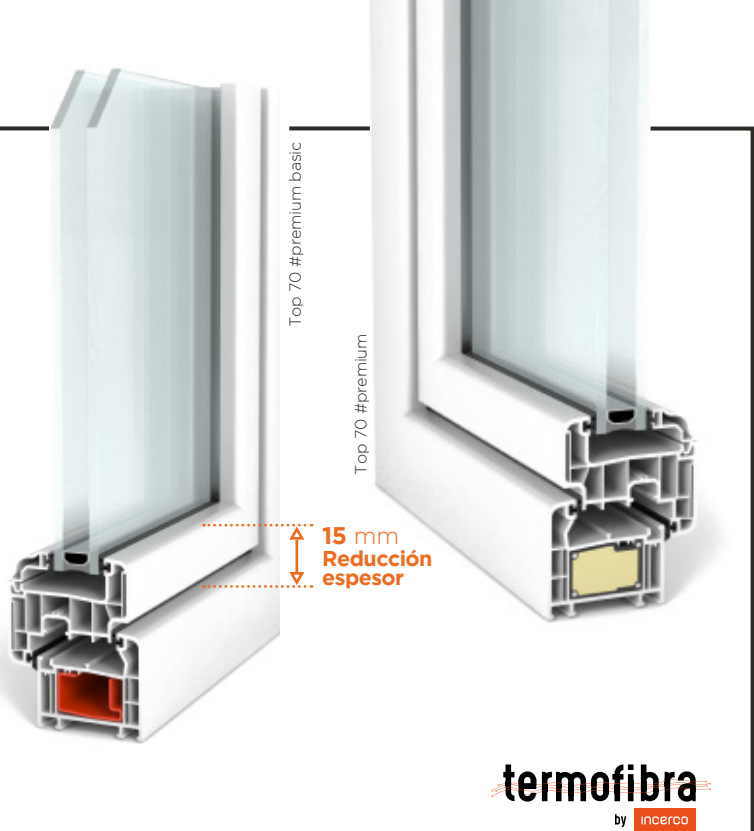
incerco

Top 70 #premium

Ventana con un ancho de marco de 70 mm y 5 cámaras. Hoja de 82 mm y 6 cámaras. La tecnología **LINKTRUSION** y **TERMOFIBRA** permiten dotar a este sistema de un refuerzo térmico y fibra de vidrio para ser la primera serie con un valor **Uf de 0.98 W/m²K** con tan sólo 70 mm.

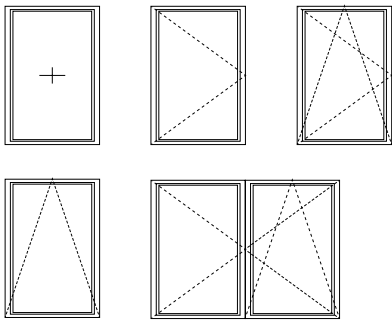
Esta serie cuenta con la tecnología más avanzada, aumentando la visión de vidrio gracias a sus perfiles estéticos y estilizados. Esto convierte a la **Top 70 #premium** en la opción más deseada por arquitectos y decoradores.

Top 70 #premium ofrece una gran variedad de opciones de acristalamiento para doble o triple vidrio, desde 32 mm a 52 mm de hueco de acristalamiento.



Ensayos Uf = 0,98 W/m²K	Permeabilidad Clase 4	Estanqueidad al agua Clase 7	Resistencia al viento Clase C5
-----------------------------------	--------------------------	---------------------------------	-----------------------------------

Aperturas Top 70 #premium



Manilla ventana exclusiva

Disponible en blanco, foliados y en metalizados dorado, bronce y plata.

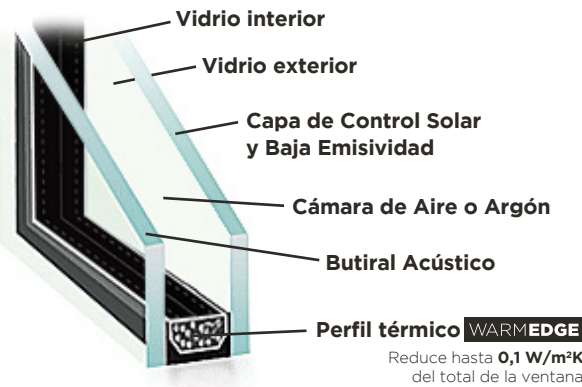


TOPJOIN BY incerco

TOP JOIN es la primera y única tecnología del mundo que permite fabricar **ventanas de PVC estéticamente perfectas**. Gracias a esto la ventana consigue una calidad de acabado en las esquinas idéntica a los marcos de madera o de aluminio.



Vidrio



Top 70 #premium

Ventana practicable y oscilobatiente



Sin ruidos



Seguras



Aislantes



Ahorran energía



www.incerco.es



FICHA TÉCNICA



Sistema: Renova PR 40 canal 16
Sección de marco (mm): 40 / 60
Sección de hoja (mm): 48
Rotura de puente térmico: NO.

Resultados obtenidos en banco de ensayos.

Característica Esencial	Requisito UNE-EN 14351-1:2006	Resultados de los ensayos
Permeabilidad al aire	4.15	CLASE 4
Estanquidad al agua	4.5	CLASE E750
Resistencia a la carga de viento	4.2	CLASE C4

Nº Certificado: 09/100206839. LGAI Technological Center, S.A.
Ventana 2 hojas 1230 x 1480 mm.

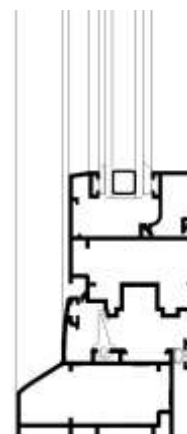


Aislamiento acústico.

Rw (C;Ctr) Vidrio dB	Rw (C;Ctr) Ventana dB
30 (-1;-2)	33 (-1;-3)
33 (-1;-2)	34 (-1;-3)
34 (-1;-2)	35 (-1;-3)

Rw (C;Ctr) Vidrio dB	Rw (C;Ctr) Ventana dB
36 (-1;-2)	36 (-1;-3)
39 (-1;-2)	37 (-1;-3)
40 (-1;-4)	38 (-1;-4)

Resultados obtenidos según norma UNE-EN 14351-1:2006.
Ventana 2 hojas 1230 x 1480 mm.



Aislamiento térmico.

Transmitancia térmica Marco/Hoja ($U_{h,m}$): 5,7 (W/m^2K)
Transmitancia térmica Nudo central ($U_{h,m}$): 5,7 (W/m^2K)

U_g (W/m^2K) Vidrio	U_w (W/m^2K) Ventana
5.7	5.60
3.3	4.25
3.1	4.13
3.0	4.06
2.9	4.00

U_g (W/m^2K) Vidrio	U_w (W/m^2K) Ventana
2.8	3.94
2.7	3.88
2.5	3.76
2.2	3.58
2.0	3.46

U_g (W/m^2K) Vidrio	U_w (W/m^2K) Ventana
1.8	3.34
1.6	3.22
1.5	3.16
1.3	3.04
1.1	2.91

Resultados obtenidos según DB HE del CTE.
Ventana 2 hojas 1230 x 1480 mm.



Departamento Técnico Centro Alum, S.A.

1. Este documento tiene trazabilidad con el expediente en poder de Centro Alum con número y fecha coincidente con este informe.
2. Los resultados que se indican se refieren exclusivamente, a la muestra, producto o material ensayados por el Laboratorio, tal y como se indica en el apartado de materiales ensayados en las condiciones indicadas en los procedimientos citados en el expediente nombrado.

FICHA TÉCNICA



Sistema: Renova CO PERIMETRAL
Sección de marco (mm): 60 / 70
Sección de hoja (mm): 28
Rotura de puente térmico: NO.

Resultados obtenidos en banco de ensayos.

Característica Esencial	Requisito UNE-EN 14351-1:2006	Resultados de los ensayos
Permeabilidad al aire	4.15	CLASE 2
Estanquidad al agua	4.5	CLASE 7A
Resistencia a la carga de viento	4.2	CLASE C5

Nº Certificado: 09/32300296. LGAI Technological Center, S.A.
Ventana 2 hojas 1200 x 1200 mm.

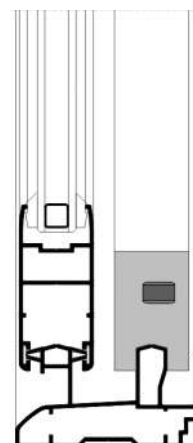


Aislamiento acústico.

Rw (C;Ctr) Vidrio dB	Rw (C;Ctr) Ventana dB
30 (-1;-2)	28 (-1;-1)
33 (-1;-2)	29 (-1;-2)
34 (-1;-2)	29 (-1;-1)

Rw (C;Ctr) Vidrio dB	Rw (C;Ctr) Ventana dB
36 (-1;-2)	30 (-1;-2)
39 (-1;-2)	30 (-1;-2)
40 (-1;-4)	30 (-1;-2)

Resultados obtenidos según norma UNE-EN 14351-1:2006.
Ventana 2 hojas 1230 x 1480 mm.



Aislamiento térmico.

Transmitancia térmica Marco/Hoja ($U_{h,m}$): 5,7 (W/m^2K)
Transmitancia térmica Nudo central ($U_{h,m}$): 5,7 (W/m^2K)

U_g (W/m^2K) Vidrio	U_w (W/m^2K) Ventana
5.7	5.60
3.3	4.03
3.1	3.89
3.0	3.82
2.9	3.75

U_g (W/m^2K) Vidrio	U_w (W/m^2K) Ventana
2.8	3.68
2.7	3.61
2.5	3.47
2.2	3.27
2.0	3.13

U_g (W/m^2K) Vidrio	U_w (W/m^2K) Ventana
1.8	2.99
1.6	2.85
1.5	2.78
1.3	2.64
1.1	2.50

Resultados obtenidos según DB HE del CTE.
Ventana 2 hojas 1230 x 1480 mm.



Departamento Técnico Centro Alum, S.A.

- Este documento tiene trazabilidad con el expediente en poder de Centro Alum con número y fecha coincidente con este informe.
- Los resultados que se indican se refieren exclusivamente, a la muestra, producto o material ensayados por el Laboratorio, tal y como se indica en el apartado de materiales ensayados en las condiciones indicadas en los procedimientos citados en el expediente nombrado.

FICHA TÉCNICA



Sistema: Renova PR RPT 70 canal 16
Sección de marco (mm): 70
Sección de hoja (mm): 68 Hoja Oculta
Rotura de puente térmico: SI. Longitud poliamida 28 mm

Resultados obtenidos en banco de ensayos.

Característica Esencial	Requisito UNE-EN 14351-1:2006	Resultados de los ensayos
Permeabilidad al aire	4.15	CLASE 4
Estanquidad al agua	4.5	CLASE 9A
Resistencia a la carga de viento	4.2	CLASE C5

Nº Certificado: 11/34432042. LGAI Technological Center, S.A.
Ventana 2 hojas 1230 x 1480 mm.

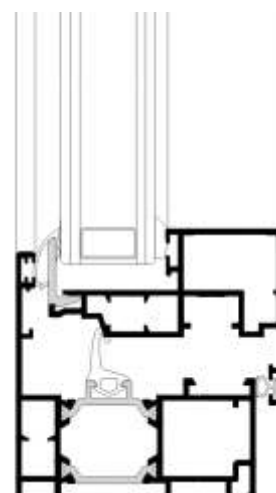


Aislamiento acústico.

Rw (C;Ctr) Vidrio dB	Rw (C;Ctr) Ventana dB
30 (-1;-2)	33 (-1;-3)
33 (-1;-2)	34 (-1;-3)
34 (-1;-2)	35 (-1;-3)

Rw (C;Ctr) Vidrio dB	Rw (C;Ctr) Ventana dB
36 (-1;-2)	36 (-1;-3)
39 (-1;-2)	37 (-1;-3)
40 (-1;-4)	38 (-1;-4)

Resultados obtenidos según norma UNE-EN 14351-1:2006.
Ventana 2 hojas 1230 x 1480 mm.



Aislamiento térmico.

Transmitancia térmica Marco/Hoja ($U_{h,m}$): 3,7 (W/m^2K)
Transmitancia térmica Nudo central ($U_{h,m}$): 4,3 (W/m^2K)

U_g (W/m^2K) Vidrio	U_w (W/m^2K) Ventana
5.7	5.10
3.3	3.42
3.1	3.28
3.0	3.21
2.9	3.14

U_g (W/m^2K) Vidrio	U_w (W/m^2K) Ventana
2.8	3.07
2.7	3.00
2.5	2.86
2.2	2.65
2.0	2.51

U_g (W/m^2K) Vidrio	U_w (W/m^2K) Ventana
1.8	2.37
1.6	2.23
1.5	2.16
1.3	2.02
1.1	1.88

Resultados obtenidos según DB HE del CTE.
Ventana 2 hojas 1230 x 1480 mm.



Departamento Técnico Centro Alum, S.A.

- Este documento tiene trazabilidad con el expediente en poder de Centro Alum con número y fecha coincidente con este informe.
- Los resultados que se indican se refieren exclusivamente, a la muestra, producto o material ensayados por el Laboratorio, tal y como se indica en el apartado de materiales ensayados en las condiciones indicadas en los procedimientos citados en el expediente nombrado.

FICHA TÉCNICA



Sistema: Renova CO RPT PERIMETRAL
Sección de marco (mm): 45 / 60 / 80
Sección de hoja (mm): 31
Rotura de puente térmico: SI. Longitud poliamida 12 / 25 mm.

Resultados obtenidos en banco de ensayos.

Característica Esencial	Requisito UNE-EN 14351-1:2006	Resultados de los ensayos
Permeabilidad al aire	4.15	CLASE 3
Estanquidad al agua	4.5	CLASE 7A
Resistencia a la carga de viento	4.2	CLASE C5

Nº Certificado: 09/32302158. LGAI Technological Center, S.A.
Ventana 2 hojas 1200 x 1200 mm.

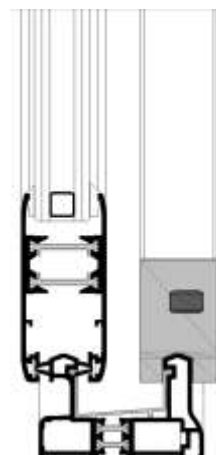


Aislamiento acústico.

Rw (C;Ctr) Vidrio dB	Rw (C;Ctr) Ventana dB
30 (-1;-2)	28 (-1;-1)
33 (-1;-2)	29 (-1;-2)
34 (-1;-2)	29 (-1;-1)

Rw (C;Ctr) Vidrio dB	Rw (C;Ctr) Ventana dB
36 (-1;-2)	30 (-1;-2)
39 (-1;-2)	30 (-1;-2)
40 (-1;-4)	30 (-1;-2)

Resultados obtenidos según norma UNE-EN 14351-1:2006.
Ventana 2 hojas 1230 x 1480 mm.



Aislamiento térmico.

Transmitancia térmica Marco/Hoja ($U_{h,m}$): 4,4 (W/m^2K)
Transmitancia térmica Nudo central ($U_{h,m}$): 4,2 (W/m^2K)

U_g (W/m^2K) Vidrio	U_w (W/m^2K) Ventana
5.7	5.10
3.3	3.51
3.1	3.38
3.0	3.31
2.9	3.24

U_g (W/m^2K) Vidrio	U_w (W/m^2K) Ventana
2.8	3.18
2.7	3.11
2.5	2.97
2.2	2.77
2.0	2.64

U_g (W/m^2K) Vidrio	U_w (W/m^2K) Ventana
1.8	2.51
1.6	2.37
1.5	2.30
1.3	2.17
1.1	2.04

Resultados obtenidos según DB HE del CTE.
Ventana 2 hojas 1230 x 1480 mm.



Departamento Técnico Centro Alum, S.A.

1. Este documento tiene trazabilidad con el expediente en poder de Centro Alum con número y fecha coincidente con este informe.
2. Los resultados que se indican se refieren exclusivamente, a la muestra, producto o material ensayados por el Laboratorio, tal y como se indica en el apartado de materiales ensayados en las condiciones indicadas en los procedimientos citados en el expediente nombrado.

VENTANA MADERA M70

- Carpintería de madera ,
- Se puede fabricar en diferentes madera , macizas y laminadas lo que se necesite en cada ocasión.
- Hoja de 70 mm 2 juntas goma, Marco estándar 70 , 92 , 120 mm,
- Transmisión térmica UNE-EN ISO 12567-2:2002/ AC:2012 1,4 W/(m2K)
- Permeabilidad aire UNE-EN 1026:2000 CLASE 4
- Estanqueidad agua UNE-EN 1027:2000 CLASE E900
- Resistencia al viento UNE-EN 12211:2000 CLASE 5
- Combina con herraje oscilobatiente, corredera oscilo paralela y cerraja
- Ensayada con dispositivo de microventilación
- Vidrios hasta 35 mm de espesor
- Disponible con umbral transitable



Acabados Madera



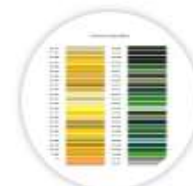
Roble



Pino



Iroco



Carta Ral

Ventana corredera de Madera MATUD®

- Carpintería de madera.
- Podemos fabricar en diferentes madera laminadas o macizas.
- Guías de persiana para diferentes grosores de marco.
- Transmisión térmica UNE-EN ISO 12567-2:2002/ AC:2012 **1,4 W/(m²K)**
- Permeabilidad aire UNE-EN 1026:200 CLASE 4.
- Estanqueidad agua UNE-EN 1027:2000 CLASE N/D.
- Resistencia al viento UNE-EN 12211:2000 CLASE N/D.
- Herraje corredero elevador.
- Vidrios hasta 35 mm de espesor.
- Disponible con umbral transitable.



Acabados Madera



Roble



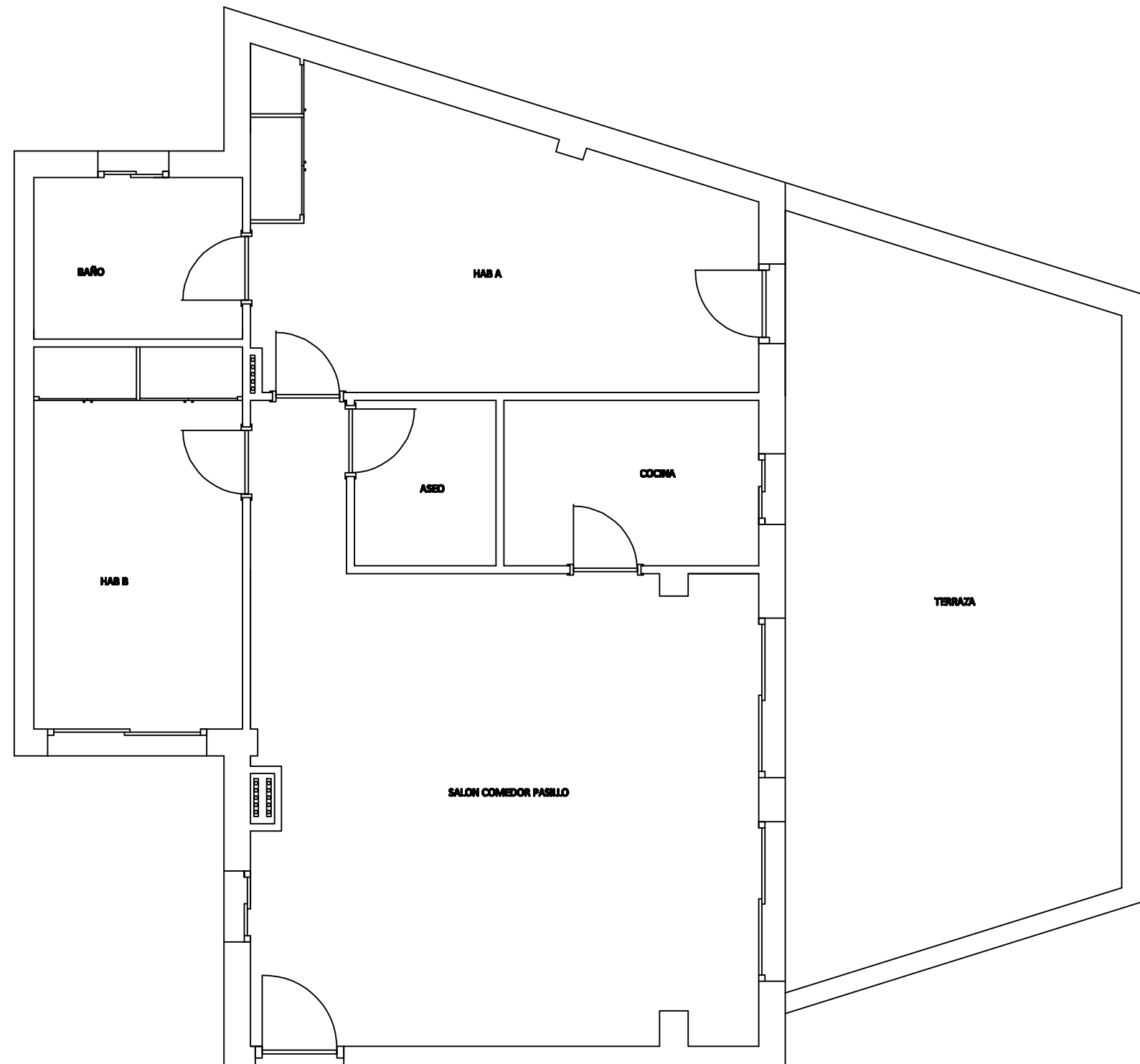
Pino



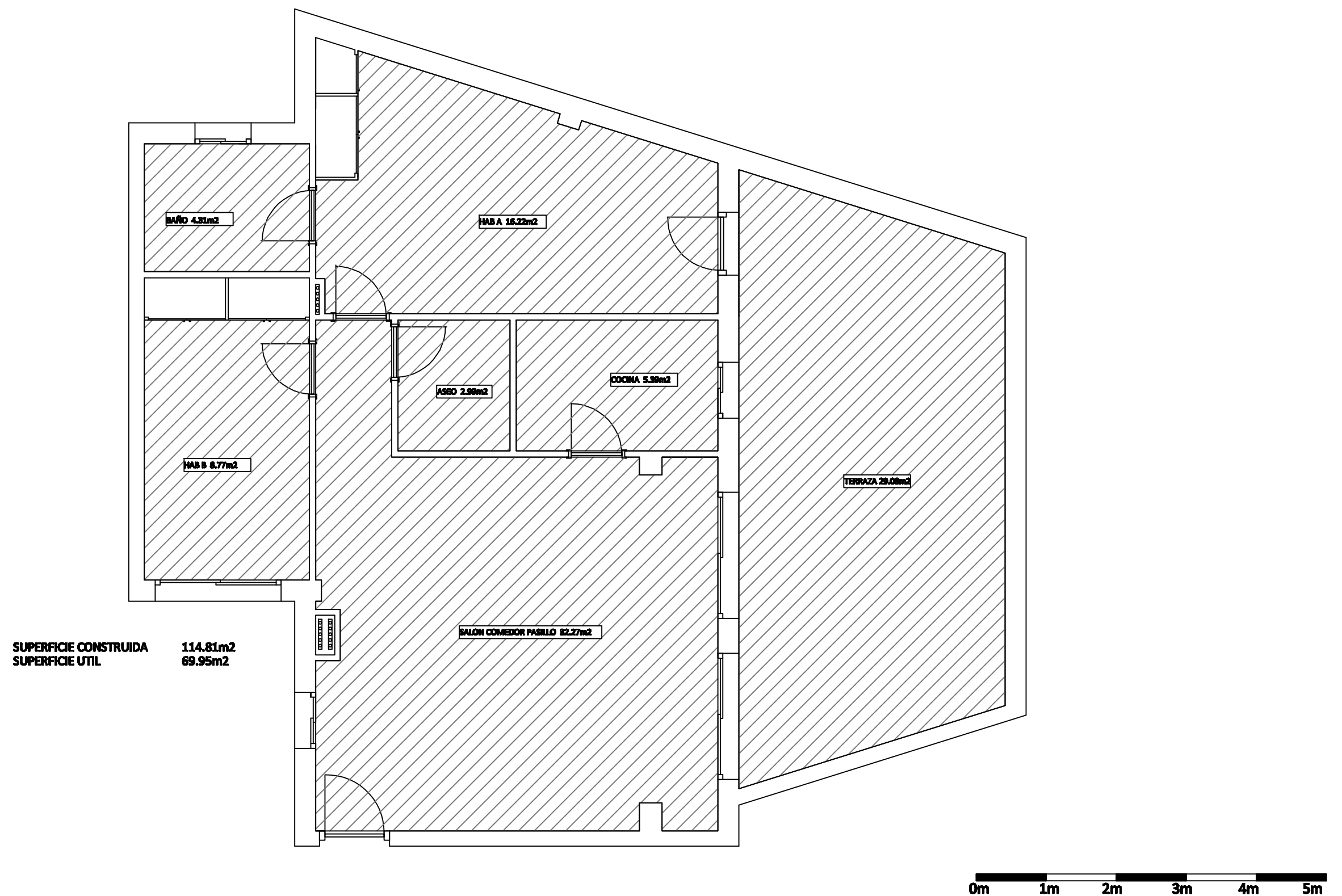
Iroco



Carta Ral



TITULO: TRABAJO FINAL DE GRADO		
REALIZADO POR: VICTOR TELLOLS MAGDALENA		EMPLAZAMIENTO: CALLE SANT VICENT FERRER, 17 ALMENARA 12590 (CASTELLON)
ESCALA: 1/100	PLANO DE: PLANO DE DISTRIBUCION	NUMERO: 6 FECHA: SEP 2019



TITULO: TRABAJO FINAL DE GRADO

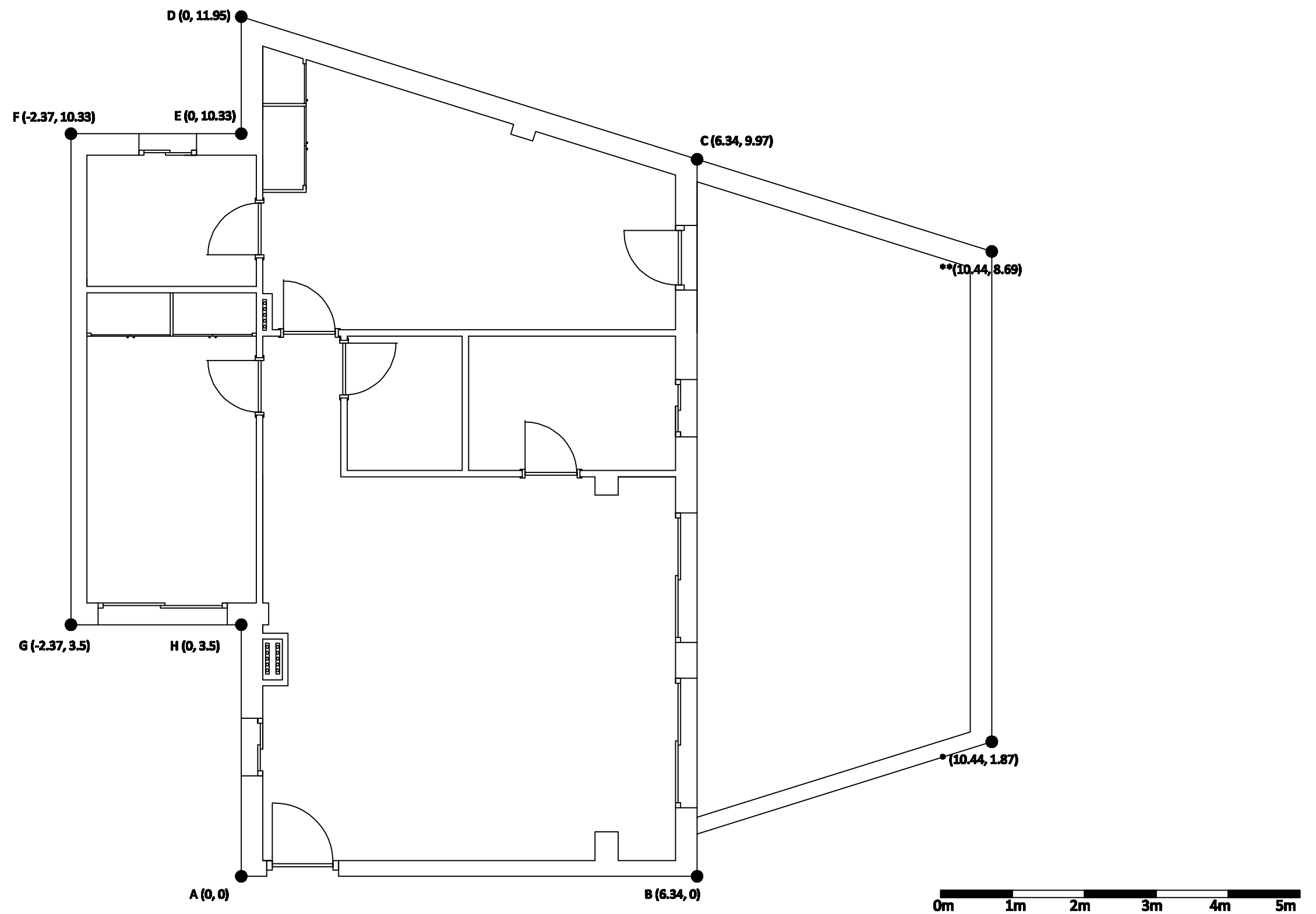
REALIZADO POR:
VICTOR TELLOLS MAGDALENA

EMPLAZAMIENTO:
CALLE SANT VICENT FERRER, 17
ALMENARA 12590 (CASTELLON)

ESCALA:
1/100

PLANO DE:
PLANO DE SUPERFICIES

NUMERO: 7
FECHA: SEP 2019



TITULO: TRABAJO FINAL DE GRADO

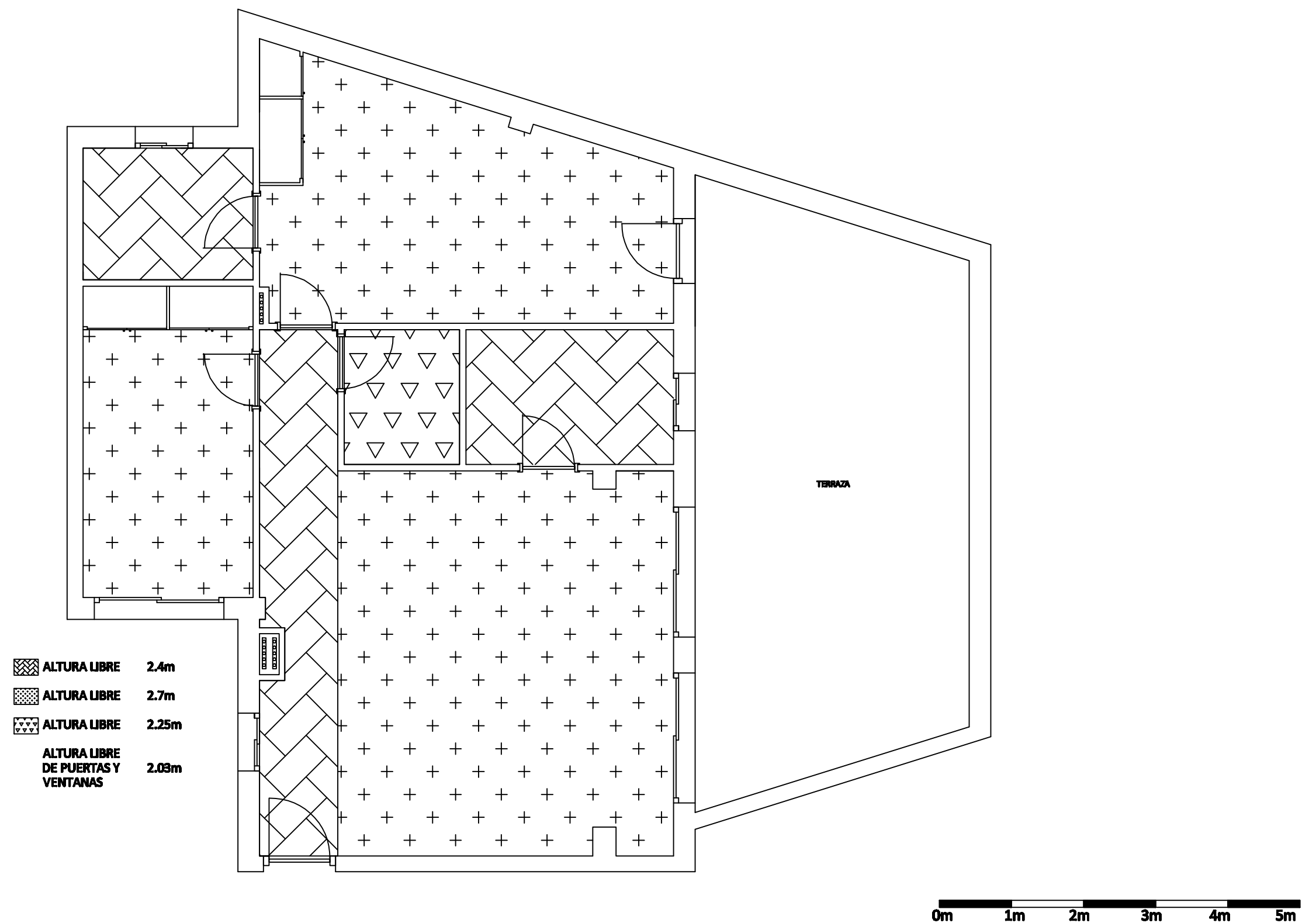
REALIZADO POR:
VICTOR TELLOLS MAGDALENA

EMPLAZAMIENTO:
CALLE SANT VICENT FERRER, 17
ALMENARA 12590 (CASTELLON)

ESCALA:
1/100

PLANO DE:
PLANO DE COORDENADAS (HULC 2018)

NUMERO: 8
FECHA: SEP 2019



TITULO: TRABAJO FINAL DE GRADO

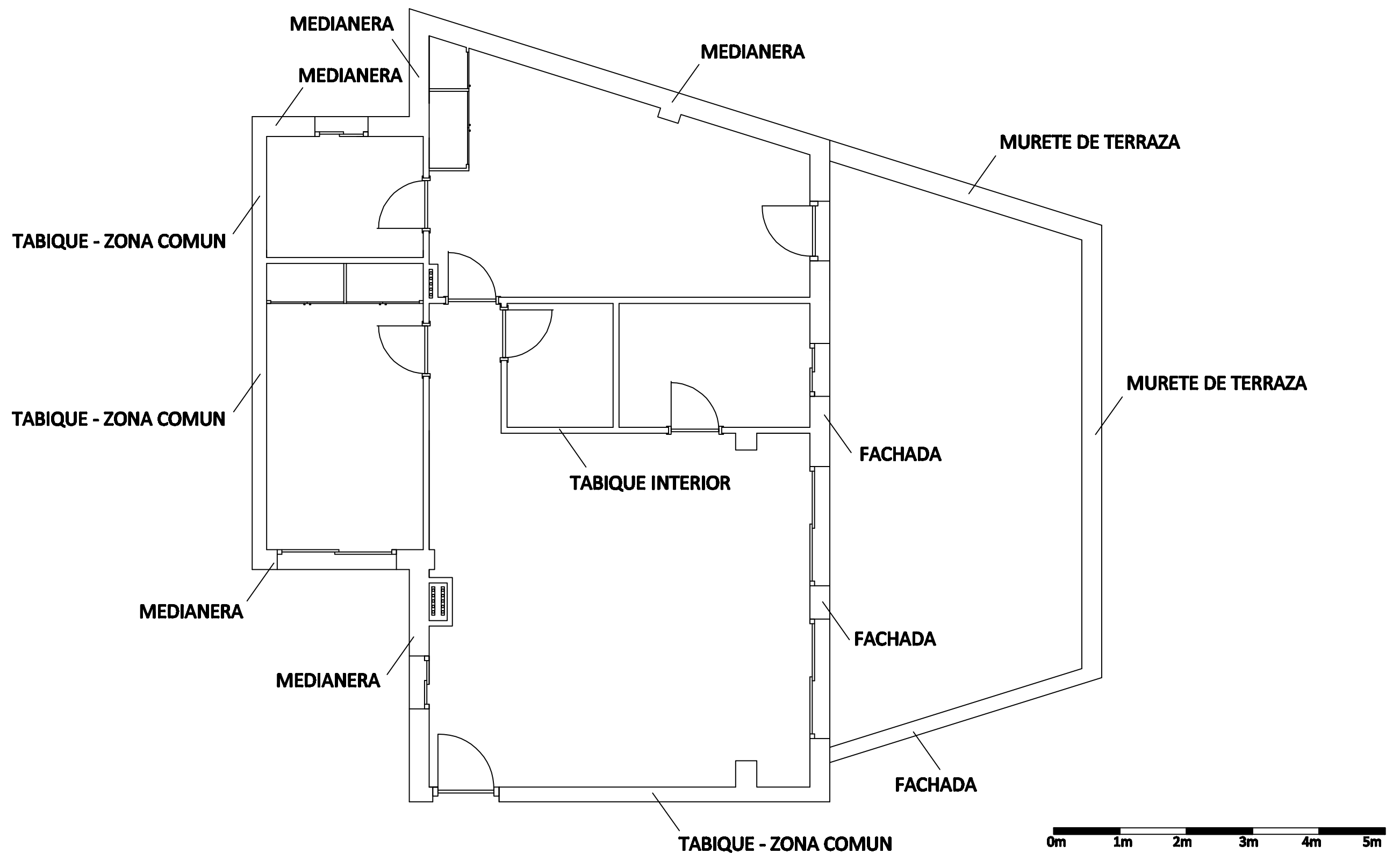
REALIZADO POR:
VICTOR TELLOLS MAGDALENA

EMPLAZAMIENTO:
CALLE SANT VICENT FERRER, 17
ALMENARA 12590 (CASTELLON)

ESCALA:
1/100

PLANO DE:
PLANO DE ALTURAS LIBRES

NUMERO: 9
FECHA: SEP 2019



TITULO: TRABAJO FINAL DE GRADO

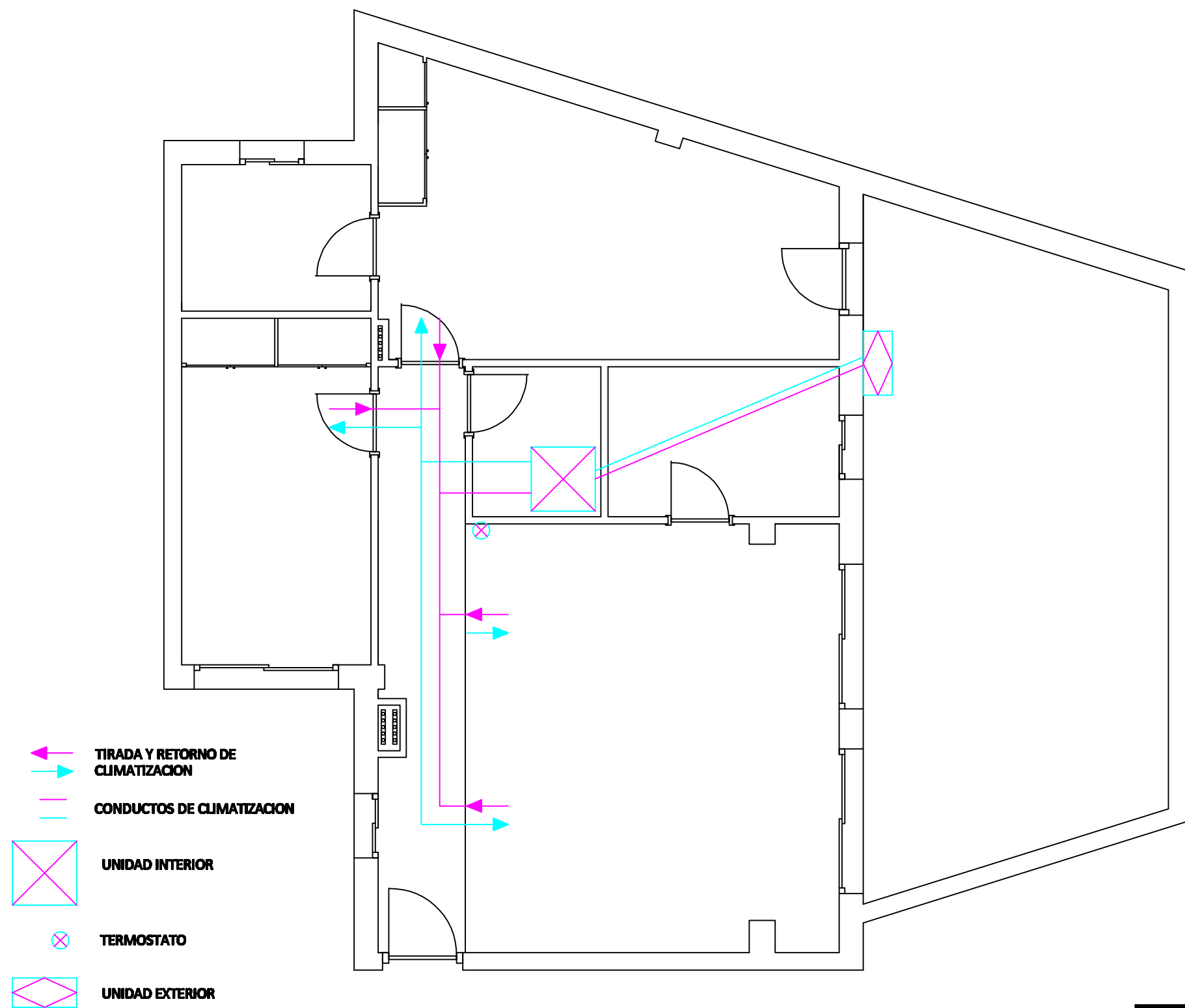
REALIZADO POR:
VICTOR TELLOLS MAGDALENA

EMPLAZAMIENTO:
CALLE SANT VICENT FERRER, 17
ALMENARA 12590 (CASTELLON)

ESCALA:
1/100

PLANO DE:
PLANO DE TIPOS DE MURO

NUMERO: 10
FECHA: SEP 2019



TITULO: TRABAJO FINAL DE GRADO

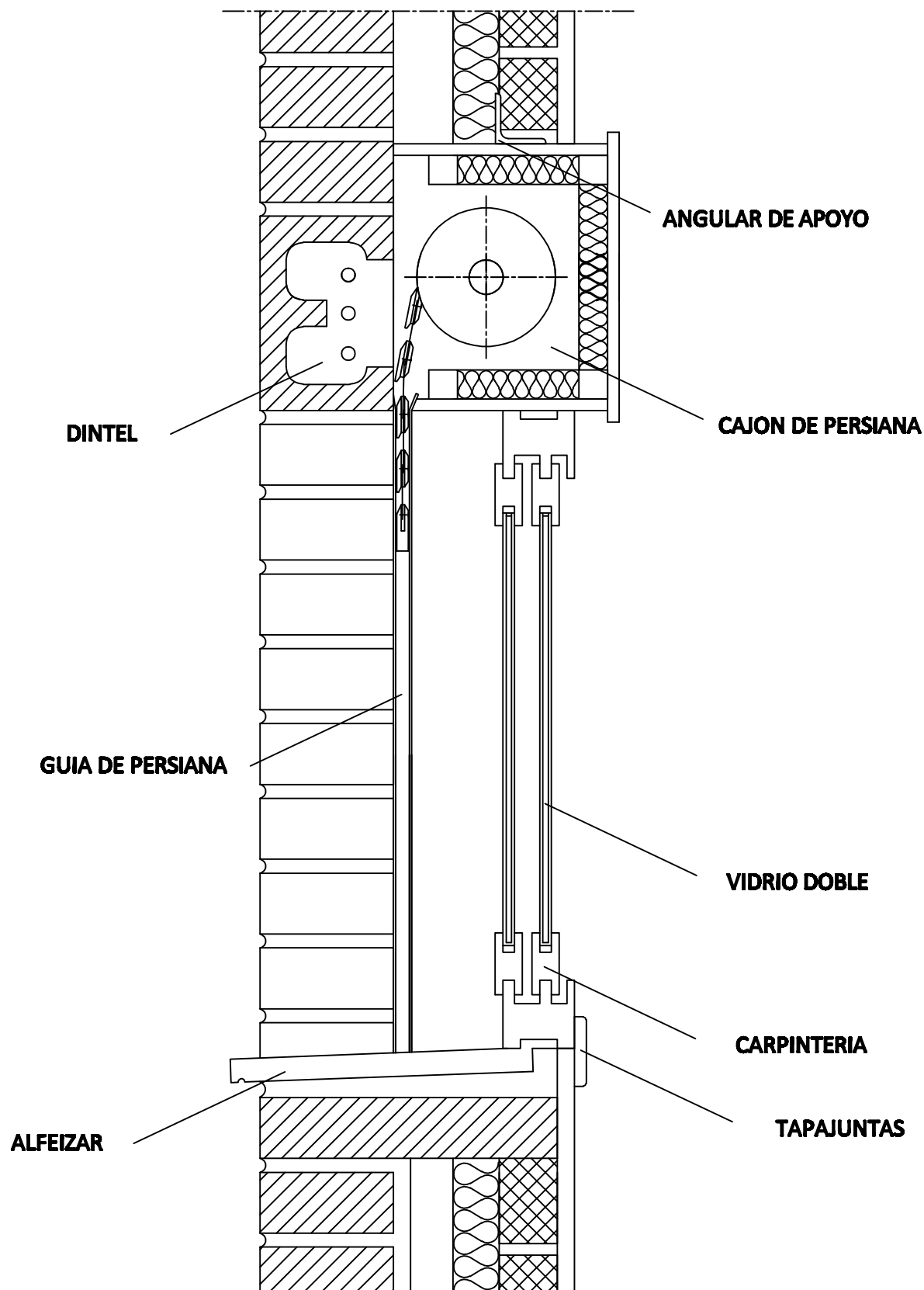
REALIZADO POR:
VICTOR TELLOLS MAGDALENA

EMPLAZAMIENTO:
CALLE SANT VICENT FERRER, 17
ALMENARA 12590 (CASTELLON)

ESCALA:
1/100

PLANO DE:
PLANO DE CLIMATIZACION

NUMERO: 11
FECHA: SEP 2019



SECCION VERTICAL

0cm 10cm 20cm 30cm 40cm 50cm

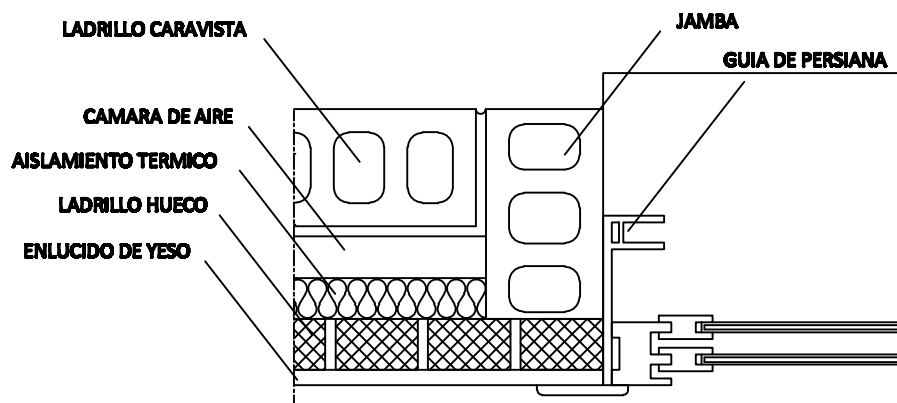
TITULO: TRABAJO FINAL DE GRADO

REALIZADO POR:
VICTOR TELLOLS MAGDALENA

EMPLAZAMIENTO:
CALLE SANT VICENT FERRER, 17
ALMENARA 12590 (CASTELLON)

PLANO DE:
SECCION VERTICAL DE FACHADA

NUMERO: 1
FECHA: SEP 2019



SECCION HORIZONTAL

0cm 10cm 20cm 30cm 40cm 50cm

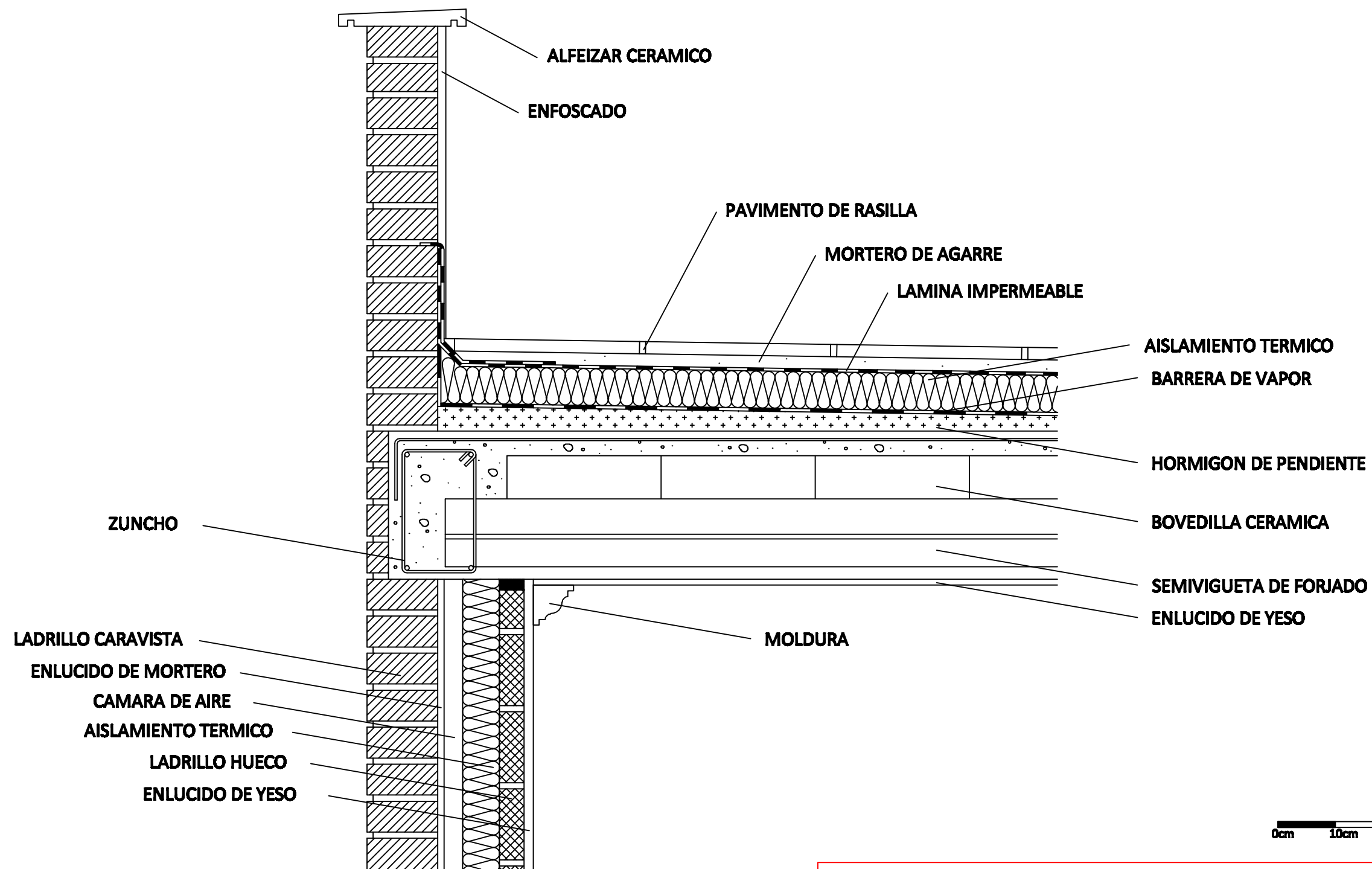
TITULO: TRABAJO FINAL DE GRADO

REALIZADO POR:
VICTOR TELLOLS MAGDALENA

EMPLAZAMIENTO:
CALLE SANT VICENT FERRER, 17
ALMENARA 12590 (CASTELLON)

PLANO DE:
SECCION HORIZONTAL DE FACHADA

NUMERO: 2
FECHA: SEP 2019



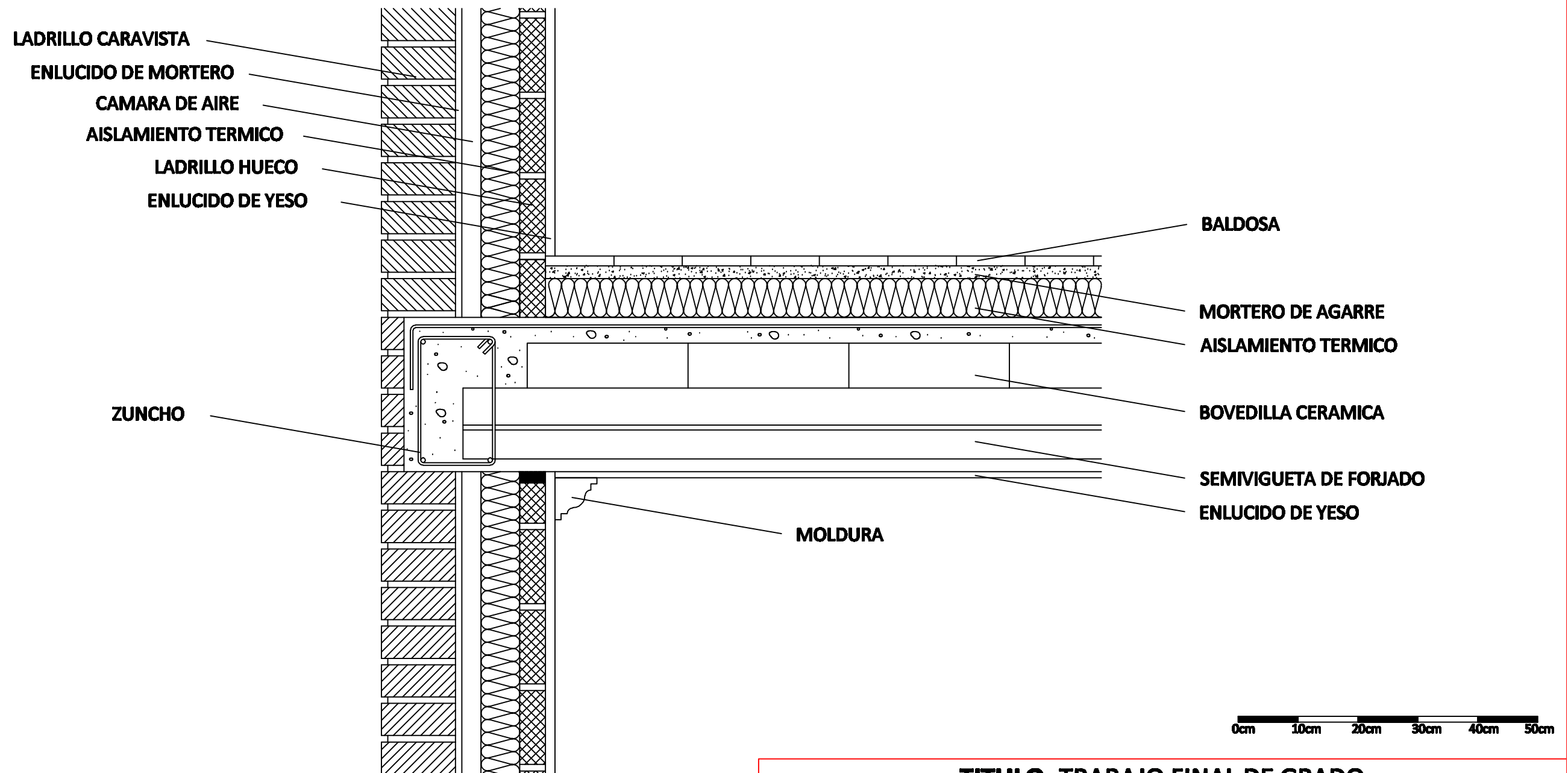
TITULO: TRABAJO FINAL DE GRADO

REALIZADO POR:
VICTOR TELLOLS MAGDALENA

EMPLAZAMIENTO:
CALLE SANT VICENT FERRER, 17
ALMENARA 12590 (CASTELLON)

PLANO DE:
SECCION FORJADO DE CUBIERTA

NUMERO: 3
FECHA: SEP 2019



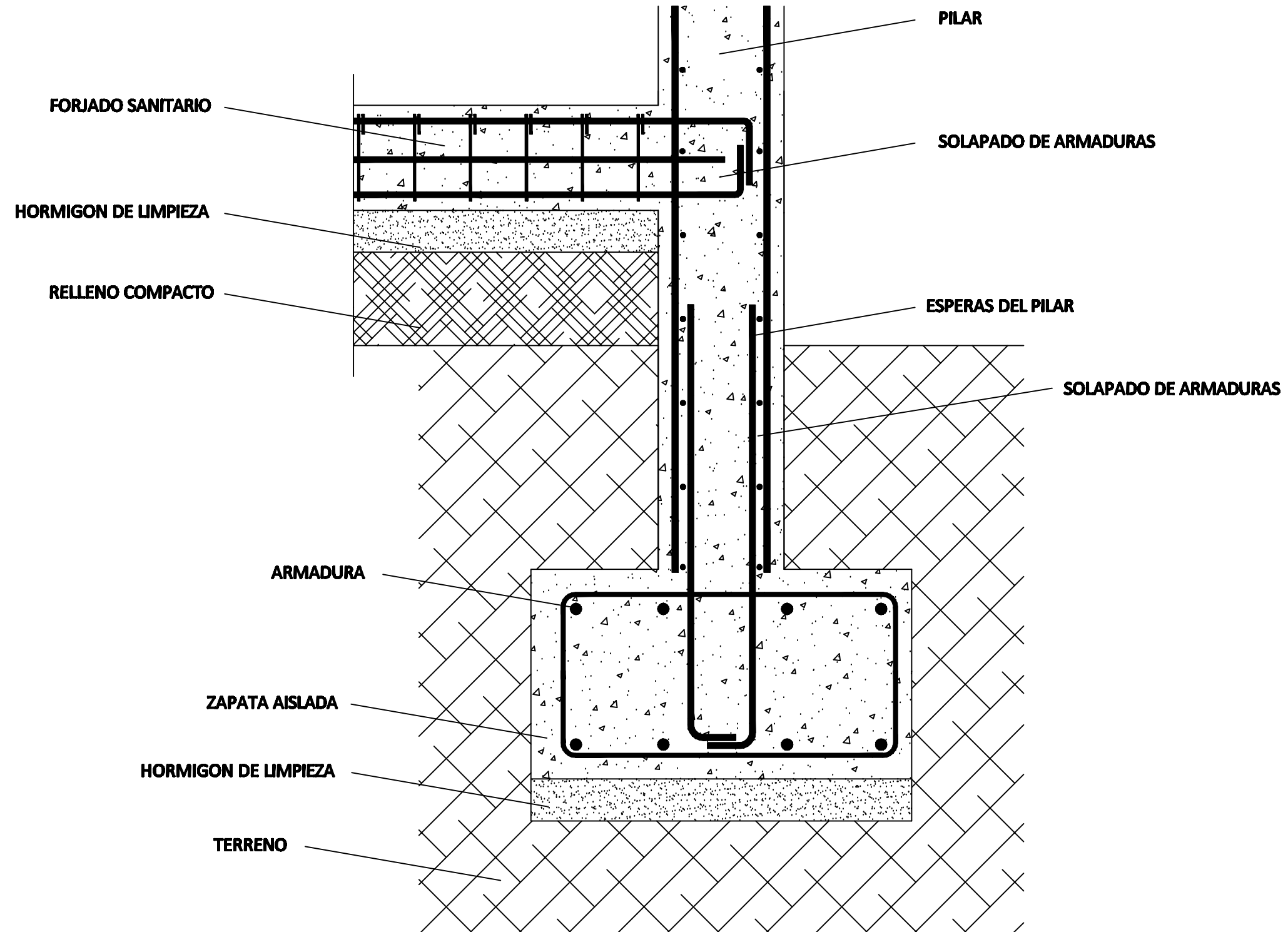
TITULO: TRABAJO FINAL DE GRADO

REALIZADO POR:
VICTOR TELLOLS MAGDALENA

EMPLAZAMIENTO:
CALLE SANT VICENT FERRER, 17
ALMENARA 12590 (CASTELLON)

PLANO DE:
SECCION FORJADO INFERIOR

NUMERO: 4
FECHA: SEP 2019



0cm 10cm 20cm 30cm 40cm 50cm

TITULO: TRABAJO FINAL DE GRADO

REALIZADO POR:
VICTOR TELLOLS MAGDALENA

EMPLAZAMIENTO:
CALLE SANT VICENT FERRER, 17
ALMENARA 12590 (CASTELLON)

PLANO DE:
ZAPATA AISLADA CON FORJADO SANITARIO

NUMERO: 5
FECHA: SEP 2019

Sección HE 1

Condiciones para el control de la demanda energética

1 Ámbito de aplicación

1 Esta sección es de aplicación a:

- a) edificios de nueva construcción;
- b) intervenciones en edificios existentes:
 - ampliaciones;
 - cambios de uso;
 - reformas.

2 Se excluyen del ámbito de aplicación:

- a) los edificios protegidos oficialmente por ser parte de un entorno declarado o en razón de su particular valor arquitectónico o histórico, en la medida en que el cumplimiento de determinadas exigencias básicas de eficiencia energética pudiese alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto, siendo la autoridad que dicta la protección oficial quien determine los elementos inalterables;
- b) construcciones provisionales con un plazo previsto de utilización igual o inferior a dos años;
- c) edificios industriales, de la defensa y agrícolas no residenciales, o partes de los mismos, de baja demanda energética. Aquellas zonas que no requieran garantizar unas condiciones térmicas de confort, como las destinadas a talleres y procesos industriales, se considerarán de baja demanda energética;
- d) edificios aislados con una superficie útil total inferior a 50 m².

2 Caracterización de la exigencia

- 1 Para controlar la demanda energética, los *edificios* dispondrán de una *envolvente térmica* de características tales que limite las necesidades de *energía primaria* para alcanzar el *bienestar térmico*, en función del régimen de verano y de invierno, del *uso del edificio* y, en el caso de edificios existentes, del alcance de la intervención.
- 2 Las características de los elementos de la *envolvente térmica* en función de su zona climática de invierno, serán tales que eviten las descompensaciones en la calidad térmica de los diferentes espacios habitables. Así mismo, las características de las *particiones interiores* limitarán la transferencia de calor entre *unidades de uso* y entre las *unidades de uso* y las *zonas comunes* del edificio.
- 3 Las particiones interiores limitarán la transmisión de calor entre las distintas *unidades de uso* del edificio y, en el caso de las medianerías, entre *unidades de uso* de distintos edificios.
- 4 Se limitarán los riesgos debidos a procesos que produzcan una merma significativa de las prestaciones térmicas o de la vida útil de los elementos que componen la *envolvente térmica*, tales como las condensaciones.

En relación a las condensaciones este documento enuncia la exigencia de forma genérica, para incidir posteriormente en las condensaciones de tipo intersticial dado que estas son las que afectan de forma más significativa al comportamiento térmico del edificio. Las condensaciones superficiales suponen fundamentalmente un riesgo en relación a la salubridad, por la formación de mohos, y su exigencia se recoge en el Documento Básico de salubridad DB HS.

El documento de apoyo DA DB-HE / 2 "Comprobación de limitación de condensaciones superficiales e intersticiales en los cerramientos" aborda, sin embargo, procedimientos para el cálculo del riesgo de formación de ambos tipos de condensaciones. Se puede emplear dicho documento para hacer el cálculo de forma conjunta de ambos tipos de condensaciones.

3 Cuantificación de la exigencia

3.1 Condiciones de la *envolvente térmica*

La *envolvente térmica* del edificio, definida según los criterios del Anejo B, cumplirá las siguientes condiciones:

3.1.1 Transmitancia de la *envolvente térmica*

- 1 La *transmitancia térmica* (U) de cada elemento perteneciente a la *envolvente térmica* no superará el valor límite (U_{lim}) de la tabla 3.1.1.a-HE1:

Tabla 3.1.1.a - HE1 Valores límite de transmitancia térmica, U_{lim} [W/m^2K]

Elemento	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Muros y suelos en contacto con el aire exterior (U_s , U_M) Muros, suelos y cubiertas en contacto con espacios no habitables (U_{NH}) o con el terreno (U_T) Medianerías (U_{MD})	1,35	1,25	1,00	0,75	0,60	0,55
Cubiertas en contacto con el aire exterior (U_c)	1,20	0,80	0,65	0,50	0,40	0,35
Huecos (conjunto de marco y vidrio) (U_H)	4,00	4,00	3,20	2,70	2,30	1,80

Los valores límite de transmitancia aseguran una calidad mínima de la *envolvente térmica* y evitan descompensaciones en la calidad térmica de los espacios del edificio. Sin embargo, estos valores no aseguran un nivel de demanda adecuado, limitado por el coeficiente global de transmisión de calor (K).

- 2 El *coeficiente global de transmisión de calor* a través de la *envolvente térmica* (K) del edificio, o parte del mismo, con uso residencial privado, no superará el valor límite (K_{lim}) obtenido de la tabla 3.1.1.b-HE1:

Tabla 3.1.1.b - HE1 Valor límite K_{lim} [W/m^2K] para uso residencial privado

	Compacidad V/A [m^3/m^2]	Zona climática de invierno					
		α	A	B	C	D	E
Edificios nuevos y ampliaciones	$V/A \leq 1$	0,67	0,60	0,58	0,53	0,48	0,43
	$V/A \geq 4$	0,86	0,80	0,77	0,72	0,67	0,62
Cambios de uso. Reformas en las que se renueve más del 25% de la superficie total de la <i>envolvente térmica</i> final del edificio	$V/A \leq 1$	1,00	0,87	0,83	0,73	0,63	0,54
	$V/A \geq 4$	1,07	0,94	0,90	0,81	0,70	0,62
Los valores límite de las compacidades intermedias ($1 < V/A < 4$) se obtienen por interpolación. En el caso de ampliaciones los valores límite se aplicarán sólo en caso de que la superficie o el volumen construido se incrementen más del 10%.							

- 3 El coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K) del edificio, o parte del mismo, con uso distinto al residencial privado no superará el valor límite (K_{lim}) obtenido de la tabla 3.1.1.c-HE1:

Tabla 3.1.1.c - HE1 Valor límite K_{lim} [W/m^2K] para uso distinto del residencial privado

	Compacidad V/A [m^3/m^2]	Zona climática de invierno					
		α	A	B	C	D	E
Edificios nuevos. Ampliaciones. Cambios de uso. Reformas en las que se renueve más del 25% de la superficie total de la envolvente térmica final del edificio	V/A ≤ 1	0,96	0,81	0,76	0,65	0,54	0,43
	V/A ≥ 4	1,12	0,98	0,92	0,82	0,70	0,59
<p>Los valores límite de las compacidades intermedias ($1 < V/A < 4$) se obtienen por interpolación.</p> <p>En el caso de ampliaciones los valores límite se aplicarán sólo en caso de que la superficie o el volumen construido se incrementen más del 10%.</p> <p>Las unidades de uso con actividad comercial cuya compacidad V/A sea mayor que 5 se eximen del cumplimiento de los valores de esta tabla.</p>							

- 4 En el caso de reformas, el valor límite (U_{lim}) de la tabla 3.1.1.a-HE1 será de aplicación a aquellos elementos de la envolvente térmica:
- que se sustituyan, incorporen, o modifiquen sustancialmente;
 - que vean modificadas sus condiciones interiores o exteriores como resultado de la intervención, cuando estas supongan un incremento de las necesidades energéticas del edificio.

Este apartado b) incide en la afección de los elementos de la envolvente térmica sobre los que no se actúa de forma directa pero sin embargo se ven afectados en su participación en el comportamiento energético del edificio. Esta situación se podría producir en el caso de elementos que con anterioridad a la intervención no formaban parte de la envolvente térmica, como podría ser el caso de algunas particiones interiores, y pasan a formar parte de la misma, cambiando sus condiciones exteriores, o de elementos de la envolvente térmica adyacentes a espacios que cambian su uso previsto con impacto en el perfil de uso, viéndose por tanto afectadas las condiciones interiores.

Asimismo, en reformas se podrán superar los valores de la tabla 3.1.1.a-HE1 cuando el coeficiente global de transmisión de calor (K) obtenido considerando la transmitancia térmica final de los elementos afectados no supere el obtenido aplicando los valores de la tabla.

Para disponer de mayor flexibilidad en las intervenciones de rehabilitación elemento a elemento, se permite superar los límites de transmitancia de la tabla HE1.3.2.a en algunos elementos, reduciendo la transmitancia de otros elementos sobre los que se intervenga, siempre que se compense el impacto en el conjunto.

- 5 Los elementos con soluciones constructivas diseñadas para reducir la demanda energética, tales como invernaderos adosados, muros parietodinámicos, muros Trombe, etc., cuyas prestaciones o comportamiento térmico no se describen adecuadamente mediante la transmitancia térmica, están excluidos de las comprobaciones relativas a la transmitancia térmica (U) y no se contabilizan para el coeficiente global de transmisión de calor (K) definidos en este apartado.

3.1.2 Control solar de la envolvente térmica

- 1 En el caso de edificios nuevos y ampliaciones, cambios de uso o reformas en las que se renueve más del 25% de la superficie total de la envolvente térmica final del edificio, el parámetro de control solar ($q_{sol,jul}$), obtenido como relación entre las ganancias solares para el mes de julio ($Q_{sol,jul}$), considerando activadas las protecciones solares móviles, y la superficie útil ($A_{\text{útil}}$), no superará el valor límite de la tabla 3.1.2-HE1:

Tabla 3.1.2-HE1 Valor límite del parámetro de control solar, $q_{sol,jul,lim}$ [kWh/m²·mes]

Uso	$q_{sol,jul}$
Residencial privado	2,00
Otros usos	4,00

3.1.3 Permeabilidad al aire de la envolvente térmica

- 1 La *permeabilidad al aire* (Q_{100}) de los huecos que pertenezcan a la *envolvente térmica* no superará el valor límite de la tabla 3.1.3-HE1:

Tabla 3.1.3-HE1 Valor límite de *permeabilidad al aire* de huecos de la *envolvente térmica*, $Q_{100,lim}$ [m³/h·m²]

	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Permeabilidad al aire de huecos ($Q_{100,lim}$)*	≤ 27	≤ 27	≤ 27	≤ 9	≤ 9	≤ 9

* La permeabilidad indicada es la medida con una sobrepresión de 100Pa, Q_{100} .
Los valores de permeabilidad establecidos se corresponden con los que definen la clase 2 (≤ 27 m³/h·m²) y clase 3 (≤ 9 m³/h·m²) de la UNE-EN 12207:2017.

- 2 Las soluciones constructivas y condiciones de ejecución de los elementos de la *envolvente térmica* asegurarán una adecuada estanqueidad al aire. Particularmente, se cuidarán los encuentros entre huecos y opacos, puntos de paso a través de la *envolvente térmica* y puertas de paso a espacios no acondicionados.

3.2 Limitación de descompensaciones

- 1 La *transmitancia térmica* de las *particiones interiores*, tanto en edificios nuevos como en todo tipo de intervenciones en edificación existente, no superará el valor de la tabla 3.2-HE1, en función del uso asignado a las distintas *unidades de uso* que delimiten:

Tabla 3.2 - HE1 Transmitancia térmica límite de particiones interiores, U_{lim} [W/m²K]

	Tipo de elemento	Zona climática de invierno					
		α	A	B	C	D	E
Entre unidades del mismo uso	Particiones horizontales	1,90	1,80	1,55	1,35	1,20	1,00
	Particiones verticales	1,40	1,40	1,20	1,20	1,20	1,00
Entre unidades de distinto uso Entre unidades de uso y zonas comunes	Particiones horizontales y verticales	1,35	1,25	1,10	0,95	0,85	0,70

Esta exigencia busca limitar el efecto de situaciones como las pérdidas de calor producidas por el distinto nivel de acondicionamiento y horarios de uso entre viviendas, viviendas y locales comerciales, o entre viviendas y *zonas comunes* del edificio.

Los niveles de aislamiento requeridos son inferiores a los resultantes de considerar la separación con el ambiente exterior dado que se trata de una situación no permanente y que el espacio intermedio actúa como tampón con el exterior.

3.3 Limitación de condensaciones en la envolvente térmica

- 1 Tanto en edificaciones nuevas como en edificaciones existentes, en el caso de que se produzcan condensaciones intersticiales en la *envolvente térmica* del edificio, estas serán tales que no

produzcan una merma significativa en sus prestaciones térmicas o supongan un riesgo de degradación o pérdida de su vida útil. Además, la máxima condensación acumulada en cada periodo anual no será superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

En relación a las condensaciones este documento incide en las condensaciones de tipo intersticial dado que estas son las que afectan de forma más significativa al comportamiento térmico del edificio. Las condensaciones superficiales suponen fundamentalmente un riesgo en relación a la salubridad, por la formación de mohos, y su exigencia se recoge en el Documento Básico de salubridad DB HS.

El documento de apoyo DA DB-HE / 2 "Comprobación de limitación de condensaciones superficiales e intersticiales en los cerramientos" aborda, sin embargo, procedimientos para el cálculo del riesgo de formación de ambos tipos de condensaciones. Se puede emplear dicho documento para hacer el cálculo de forma conjunta de ambos tipos de condensaciones.

4 Justificación de la exigencia

1 Para justificar que un edificio cumple las exigencias de esta sección, los documentos de proyecto incluirán la siguiente información sobre el edificio o parte del edificio evaluada:

- a) la definición de la localidad y de la *zona climática* de ubicación;
- b) la compacidad (V/A) del edificio o parte del edificio;
- c) el esquema geométrico de definición de la *envolvente térmica*
- d) la caracterización de los elementos que componen la *envolvente térmica* (cerramientos opacos, huecos y puentes térmicos), así como los valores límite de los parámetros que resulten aplicables;
- e) la caracterización geométrica, constructiva e higrotérmica de los elementos afectados por la comprobación de la limitación de descompensaciones en edificios de uso residencial privado, así como los valores límite que les correspondan;

A falta de valores más precisos sobre las soluciones realmente existentes o definidas en proyecto, el *Catálogo de Elementos Constructivos del CTE* aporta valores de los parámetros de materiales, productos y elementos constructivos, pudiéndose utilizar otras fuentes de datos suficientemente contrastadas.

El Documento de Apoyo DA DB-HE / 1 "Cálculo de parámetros característicos de la *envolvente*" se describen varios métodos simplificados que se pueden emplear para el cálculo de los parámetros característicos de los diferentes elementos que componen la *envolvente térmica* del edificio, lo que no impide el uso de otros métodos contrastados, sean simplificados o detallados.

- f) las características técnicas mínimas que deben reunir los *productos* que se incorporen a las obras y sean relevantes para el comportamiento energético;
- g) la verificación del cumplimiento de la exigencia de limitación de condensaciones.

2 La caracterización de los *cerramientos opacos* incluirá:

- a) las características geométricas y constructivas;
- b) las condiciones de contorno (contacto con el aire, el terreno, o *adiabático*) y el espacio al que pertenecen;
- c) los parámetros que describan adecuadamente sus prestaciones térmicas, pudiendo emplear una descripción simplificada mediante agregación de capas paralelas y homogéneas que presente un comportamiento térmico equivalente donde:
 - i) las capas con *masa térmica* apreciable se caracterizan mediante su espesor, densidad, conductividad y calor específico y,
 - ii) las capas sin *masa térmica* significativa (cámaras de aire) se caracterizan por la resistencia total de la capa y su espesor.

3 La caracterización de los *huecos* incluirá:

- a) las características geométricas y constructivas;

- b) el espacio al que pertenecen;
- c) la descripción y caracterización de las protecciones solares, sean fijas o móviles, y otros elementos que puedan producir sombras o disminuir la captación solar de los huecos;
- d) la superficie y la *transmitancia térmica* del vidrio y del marco, así como la del conjunto del hueco
- e) el *factor solar* del vidrio, salvo en el caso de puertas con superficie semitransparente inferior al 50%;
- f) la *absortividad* de la cara exterior del marco.

4 La caracterización de los *puentes térmicos* lineales incluirá:

- a) su tipo, descripción y localización;
- b) la *transmitancia térmica lineal*, obtenida en relación con los *cerramientos* contiguos;
- c) su longitud;
- d) el *sistema dimensional* utilizado cuando no se empleen dimensiones interiores, o pueda dar lugar a dudas.

Un adecuado diseño de las soluciones constructivas del edificio desde el punto de vista de sus prestaciones térmicas requiere un cuidado análisis de la presencia de puentes térmicos, buscando su eliminación en la medida de lo posible, ya que en los edificios aislados térmicamente una parte importante de la energía térmica se pierde por los puentes térmicos y además son zonas donde aumenta el riesgo de condensaciones.

En el Documento de Apoyo DA DB-HE / 3 "Puentes Térmicos" se incluye la caracterización del comportamiento higrotérmico de los puentes térmicos más comunes, a la vez que se describen sus fundamentos y se recogen una serie de métodos de cálculo que permiten su evaluación. En el documento se incluye un atlas de puentes térmicos, a la vez que se proporcionan criterios generales que permitan el uso coherente de otros atlas o catálogos.

5 Construcción, mantenimiento y conservación

5.1 Características exigibles a los productos

- 1 Los edificios se caracterizan térmicamente a través de las propiedades higrotérmicas de los *productos* de construcción que componen su *envolvente térmica*.
- 2 Los *productos* para los *cerramientos* se definen mediante su conductividad térmica λ (W/m·K), su emisividad ε , si fuese particularmente relevante, y el factor de resistencia a la difusión del vapor de agua μ . En su caso, además se podrá definir la densidad ρ (kg/m³) y el calor específico c_p (J/kg·K).
- 3 Los *productos* para *huecos* (incluidas las puertas) se caracterizan mediante la *transmitancia térmica* U (W/m²·K) y el *factor solar* g_{\perp} para la parte semitransparente del hueco y por la *transmitancia térmica* U (W/m²·K) y la *absortividad* α para los marcos de huecos (puertas y ventanas) y lucernarios.
- 4 Las carpinterías de los *huecos* se caracterizan, además, por la resistencia a la permeabilidad al aire en m³/h·m² o bien su clase, según lo establecido en la norma UNE EN 12207:2017:2017.
- 5 Los valores de diseño de las propiedades citadas deben obtenerse de valores declarados por el fabricante para cada *producto*.
- 6 El pliego de condiciones del proyecto debe incluir las características higrotérmicas de los *productos* utilizados en la *envolvente térmica* del edificio. Deben incluirse en la memoria los cálculos justificativos de dichos valores y consignarse éstos en el pliego.
- 7 En todos los casos se utilizarán valores térmicos de diseño, los cuales se pueden calcular a partir de los valores térmicos declarados según la norma UNE EN ISO 10456. En general y salvo justificación, los valores de diseño serán los definidos para una temperatura de 10°C y un contenido de humedad correspondiente al equilibrio con un ambiente a 23°C y 50 % de humedad relativa.

5.2 Características exigibles a los componentes de la *envolvente térmica*

- 1 Las características exigibles a los *cerramientos y particiones interiores* son las expresadas mediante su *transmitancia térmica* o, en componentes que no se describen adecuadamente a través de dicho parámetro, su *resistencia térmica* R ($K \cdot m^2/W$).
- 2 El cálculo de estos parámetros debe figurar en la memoria del proyecto. En el pliego de condiciones del proyecto se deben consignar los valores y características exigibles a los *cerramientos y particiones interiores*, así como sus condiciones particulares de ejecución.

5.3 Ejecución

- 1 Las obras de construcción del edificio se ejecutarán con sujeción al proyecto y sus modificaciones autorizadas por el director de obra previa conformidad del promotor, a la legislación aplicable, a las normas de la buena práctica constructiva y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7 de la Parte I del CTE.

5.4 Control de recepción en obra de productos

- 1 En el pliego de condiciones del proyecto han de indicarse las condiciones particulares de control para la recepción de los productos que forman los *cerramientos y particiones interiores* de la *envolvente térmica*, incluyendo los ensayos necesarios para comprobar que los mismos reúnen las características exigidas en los apartados anteriores.
- 2 Debe comprobarse que los *productos* recibidos:
 - a) corresponden a los especificados en el pliego de condiciones del proyecto;
 - b) disponen de la documentación exigida;
 - c) están caracterizados por las propiedades exigidas;
 - d) han sido ensayados, cuando así se establezca en el pliego de condiciones o lo determine el director de la ejecución de la obra con el visto bueno del director de obra, con la frecuencia establecida.
- 3 El control debe seguir los criterios indicados en el artículo 7.2 de la Parte I del CTE.

5.5 Control de la ejecución de la obra

- 1 El control de la ejecución de las obras se realizará de acuerdo con las especificaciones del proyecto, sus anexos y modificaciones autorizados por el director de obra y las instrucciones del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7.3 de la Parte I del CTE y demás normativa vigente de aplicación.
- 2 Se comprobará que la ejecución de la obra se realiza de acuerdo con los controles y con la frecuencia de los mismos establecida en el pliego de condiciones del proyecto.
- 3 Cualquier modificación que pueda introducirse durante la ejecución de la obra quedará en la documentación de la obra ejecutada sin que en ningún caso dejen de cumplirse las condiciones mínimas señaladas en este Documento Básico.
- 4 En el Libro del Edificio se incluirá la documentación referente a las características de los productos, equipos y sistemas incorporados a la obra.

5.6 Control de la obra terminada

- 1 El control de la obra terminada debe seguir los criterios indicados en el artículo 7.4 de la Parte I del CTE.
- 2 En esta Sección del Documento Básico no se prescriben pruebas finales.

5.7 Mantenimiento y conservación del edificio

- 1 El plan de mantenimiento incluido en el Libro del Edificio, contemplará las operaciones y periodicidad necesarias para el mantenimiento, en el transcurso del tiempo, de los parámetros de diseño y prestaciones de la *envolvente térmica*.
- 2 Así mismo, en el Libro del Edificio se documentará todas las intervenciones, ya sean de reparación, reforma o rehabilitación realizadas a lo largo de la vida útil del edificio.

BORRADOR